

**Leonid Melnyk**

# **The Theory of Systems Development**

**Monograph**

Sumy  
University Book  
2016

Л.Г. Мельник

# Теория развития систем

Монография



Сумы  
«Университетская книга»  
2016

**УДК**  
**ББК**  
**М**

Рекомендовано к печати Ученым советом Сумского государственного университета, протокол №2 от 10 марта 2016 года.

Рецензенты:

*И. К. Быстряков*, доктор экономических наук, профессор, заведующий отделом комплексной оценки и управления природными ресурсами Института экономики природопользования и устойчивого развития НАН Украины, г. Киев.

*Т. И. Лепейко*, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой менеджмента и бизнеса Харьковского национального экономического университета им. С. Кузнеца, г. Харьков.

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

**Мельник, Л. Г.**

**М** Теория развития систем [Текст] : монография / Л. Г. Мельник. – Сумы : Университетская книга, 2016. – 447 с.

**ISBN**

Сегодня мы присутствуем при смене основного предмета исследования наук, которые вынуждены переходить от изучения состояния систем к исследованию процесса изменений их состояния, т.е. развития. В книге на примере процессов и явлений в неживой природе, биосфере и обществе рассматриваются закономерности самоорганизации и развития открытых стационарных систем, как единого хода эволюции природы. Исследуется феномен триалектического единства материально-энергетического, информационного и синергетического начал как основы креативной функции природы. Рассматриваются ключевые факторы и механизмы упорядочения и развития систем: обратные связи, память, материально-информационно-синергетические конвертации, антиэнтропийный потенциал, трансформационные механизмы (адаптационные и бифуркационные), эволюционные факторы (изменчивость, наследственность, отбор). Исследуются предпосылки устойчивого (сестейнового) социально-энергетического развития и формирования информационного общества, а также особенности реализации Третьей и Четвертой промышленных революций.

Для научных работников, специалистов предприятий, преподавателей и студентов вузов.

**УДК**  
**ББК**

ISBN

© Мельник Л. Г., 2016  
© ООО «ИТД «Университетская книга», 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРОРЫВ К НАУЧНОЙ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОСТИ. (ПРЕДИСЛОВИЕ) .....</b>	<b>10</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>13</b>
<b>Глава 1. Система как базовый объект процесса развития природы .....</b>	<b>17</b>
1.1 Понятие о системе.....	17
1.2 Открытость и стационарность систем .....	21
1.3 Метаболизм как основа функционирования и развития систем ...	23
1.4 Фундаментальные функции стационарности и гомеостаза .....	27
<b>Глава 2. Триалектические основы формирования систем .....</b>	<b>32</b>
2.1 Парадоксальность явления возникновения систем .....	32
2.2 Триалектика природных начал и реализация эффекта эмерджентности .....	34
2.3 Тайнство природных начал .....	37
2.4 Реализация триалектического системообразующего феномена ...	39
2.5 Закон триединой гармонии .....	41
<b>Глава 3. Содержание развития .....</b>	<b>44</b>
3.1 Понятие о развитии .....	44
3.2 Понятия упорядоченности и порядка .....	50
3.3 Диалектика процессов самовоспроизводства и саморазрушения систем.....	55
3.4 Закономерности самоорганизации природы .....	59
3.5 Общенаучные основы процессов самоупорядочения систем .....	62
<b>Глава 4. Материально-энергетическая основа развития систем .....</b>	<b>66</b>
4.1 Сущность и функции материально-энергетической основы .....	66
4.2 Энергия как движущая сила процессов развития.....	71
4.3 Энергетический (квазиэнергетический) баланс системы .....	75
4.4 Реализация квазиэнергетического баланса в социально- экономических системах .....	79

<b>Глава 5. Информационная основа развития систем .....</b>	<b>84</b>
5.1 Роль информации в формировании и развитии систем .....	84
5.2 Понятие информации.....	86
5.3 Количественная оценка информации.....	89
5.4 Качество информации .....	93
5.5 Прогресс – через повышение информативности систем .....	95
<b>Глава 6. Память и её роль в процессах развития .....</b>	<b>96</b>
6.1 Содержание памяти.....	96
6.2 Роль памяти в процессах развития .....	98
6.3 Роль памяти в обеспечении стабильности и изменяемости систем .....	100
6.4 Дуализм экономических систем .....	103
6.5 Эволюция систем памяти, социальная память.....	106
<b>Глава 7. Синергетические основы развития .....</b>	<b>111</b>
7.1 Содержание и условия проявления синергетического эффекта.....	111
7.2 Содержание предпосылок синергизма.....	113
7.3 Реализация синергетического эффекта в системах .....	116
7.4 Синергетический эффект в экономике .....	118
<b>Глава 8. Механизмы устойчивости и изменяемости системы .....</b>	<b>121</b>
8.1 Механизмы обратной связи .....	121
8.2 Особенности действия механизмов отрицательной обратной связи.....	124
8.3 Особенности применения механизмов положительной обратной связи.....	126
8.4 Механизмы трансформации системы .....	132
8.5 Особенности адаптационного и бифуркационного механизмов.....	135
<b>Глава 9. Факторы и механизмы эволюции систем .....</b>	<b>142</b>
9.1 Ключевая триада развития: изменчивость, наследственность, отбор .....	142
9.2 Характеристика изменчивости .....	144

9.3 Инновации как основа повышения эффективности экономических систем .....	149
9.4 Характеристика и механизмы наследственности .....	155
9.5 Механизмы отбора .....	158
9.6 Отбор как инструмент совершенствования социально-экономических систем .....	163
<b>Глава 10. Энерго-информационные основы развития систем .....</b>	<b>166</b>
10.1 Энерго-информационное единство процессов развития .....	166
10.2. Взаимодействие энергии и информации .....	169
10.3 Относительная замещаемость энергии и информации .....	171
10.4 Информационный статус капитала .....	173
10.5 Энерго-информационное содержание механизмов обратной связи .....	178
<b>Глава 11. Энергоэнтропийные основы функционирования систем .....</b>	<b>186</b>
11.1. Понятие об энтропийном балансе .....	186
11.2 Факторы производства энтропии .....	191
11.3 Внешнесистемный обмен и энергоэнтропийная деятельность .....	196
11.4. Учет динамики системы .....	202
11.5 Энергия, энтропия, упорядоченность .....	205
11.6 Выводы из анализа энергоэнтропийного баланса .....	211
11.7 Влияние фактора времени на процессы изменения систем .....	216
<b>Глава 12. Взаимодействие и конвертация системообразующих факторов .....</b>	<b>221</b>
12.1 Система систем .....	221
12.2 Время как системообразующий фактор .....	224
12.3 Конвертация компонентов системы .....	231
12.4 Повышение эффективности как предпосылка прогрессивного развития системы .....	235
12.5 Метасистемный переход .....	240
12.6 Основы системного анализа и системного мышления .....	245

<b>Глава 13. Основы самоорганизации систем .....</b>	<b>252</b>
13.1 Понятие о самоорганизации.....	252
13.2 Законы самоорганизации систем.....	255
13.3 Анализ цикла самоорганизации систем.....	265
13.4 Движущая сила самоорганизации .....	270
<b>Глава 14. Развитие социально-экономических систем * .....</b>	<b>276</b>
14.1 Особенности развития социально-экономических систем .....	276
14.2 Целеполагание как ключевой фактор развития социально-экономических систем.....	278
14.3 Воспроизводство сущностных основ человека как компонента социально-экономической системы.....	283
14.4 Качество социально-экономического развития .....	295
14.5 Индустриальный метаболизм и процессы социально-экономического развития .....	303
<b>Глава 15. Формирование природно-общественного антиэнтропийного потенциала.....</b>	<b>315</b>
15.1 Эволюция антиэнтропийного потенциала планеты .....	315
15.2 Экономическая система как компонент антиэнтропийного потенциала .....	317
15.3 Особенности общественного антиэнтропийного потенциала .....	321
15.4 Биосферные и космические основы антиэнтропийного потенциала .....	326
15.5 Триалектика интегрального антиэнтропийного потенциала планеты.....	330
<b>Глава 16. Анализ современного этапа социально-экономического развития ** .....</b>	<b>335</b>
16.1 Обеспечение сестейнового развития.....	335
16.2 Информационное общество как предпосылка перехода к сестейновому развитию .....	339
16.3 Технологическая обусловленность трансформаций в информационном обществе .....	343
16.4 Принципы проектирования социально-экономических систем в информационном обществе *** .....	346

<b>Глава 17. Формирование «зеленой» экономики и переход к Третьей и Четвертой промышленным революциям<sup>****</sup></b>	<b>352</b>
17.1 «Зелёная» экономика как результат Третьей промышленной революции.....	352
17.2 Объективные предпосылки трансформации социально-экономической системы в ходе промышленных революций .....	354
17.3 Трансформация материально-энергетической основы в ходе Третьей промышленной революции .....	361
17.4 Трансформация информационной основы экономических систем в ходе Третьей промышленной революции	368
17.5 Трансформация синергетической основы как ведущего фактора Третьей промышленной революции .....	374
17.6 Контуры Четвертой промышленной революции .....	378
17.7 «Интернет вещей» как базовое ядро Четвертой промышленной революции .....	383
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>387</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>393</b>
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....</b>	<b>409</b>
<b>TABLE OF CONTENTS.....</b>	<b>412</b>

---

\* Глава содержит результаты исследований, проведенных в рамках гранта Президента Украины по конкурсному проекту № Ф66/12689 Государственного фонда фундаментальных исследований

\*\* Глава содержит результаты исследований, проведенных в рамках выполнения госбюджетной научно-исследовательской работы «Разработка фундаментальных основ воспроизводственного механизма «зеленой» экономики в условиях информационного общества» (№ гос. регистр. 0115U000684).

\*\*\* Материал подготовлен в рамках международного украино-литовского научно-исследовательского проекта «Разработка институциональных и экономических основ обеспечения устойчивого развития и "зеленой" экономики на региональном уровне» (2016-2017 г.).

\*\*\*\* Глава подготовлена в рамках проекта ЕС Жана Монне Using best EU practices for sustainable economy forming in Ukraine (UBEUP) 553185-EPP-1-2014-1-UA-EPPJMO-MODULE.



## ПРОРЫВ К НАУЧНОЙ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОСТИ (ПРЕДИСЛОВИЕ)

Новая монография известного ученого-экономиста доктора экономических наук, профессора Леонида Григорьевича Мельника является заметным и знаковым событием в научной и общественной жизни. В сравнительно небольшом по объему, но емком по содержанию труде на основе творческого анализа передовых научных исследований автор представил оригинальное интегральное видение открытых стационарных систем, их истоков, оснований, содержания и эволюции.

Самобытность данной монографии заключается в том, что она служит не просто своеобразным мостом между естественными и гуманитарными науками, но и интегратором их проблематики, методологии и достижений. С одной стороны, представители естественных наук на многочисленных примерах поведения социальных систем могут изучить природу тех отдельных трансформационных процессов функционирования физических систем, которые имеют универсальный характер. С другой стороны, представители социальных наук получают наглядные примеры адекватного использования естественнонаучного инструментария для объяснения процессов в общественных системах. Не случайно, в социальные науки все чаще приходят понятия и термины, которые до недавнего времени встречались только в физике, химии, биологии: энтропия, свободная энергия, бифуркации, флуктуации, гомеостаз, метаболизм, обратные связи и др.

Автор является убежденным приверженцем научной меж- и *трансдисциплинарности*, а потому в монографии естественнонаучная методология гармонично сочетается с содержанием, методологией и инструментарием экономической науки, обогащая их. На страницах монографии читатель может найти логическое объяснение причинно-следственных связей и механизмов функционирования природных, антропогенных и социально-экономических систем. Последовательно, шаг за шагом, автор раскрывает анатомию целенаправленной деятельности человека, перманентную взаимную конвертацию различных компонентов экономических систем: природных факторов, энергии, информации, материальных активов, связей, элементов человеческого и социального капитала, отношений, мотивов, денег, ресурсов времени и пространства. Опираясь на представленные в монографии формулы и расчеты, читатель может убедиться в том, что «время – это деньги», а «смекалкой» (т.е. адекватно используемой информацией) можно весьма успешно, разумеется, в известных пределах, компенсировать дефицит денег, энергии, материальных ресурсов.

Выносимая на суд читателя монография – ещё один уверенный авторский шаг к тому, чтобы приблизить научную методологию по сложности, глубине и многообразию к императивам постижения реальной действительности. Принципиальное значение имеет фундаментальное обоснование необходимости перехода от одновекторной модели обусловленности экономических процессов, ориентированной на линейную максимизацию квазиэнергетических критериев

(издержки, доход, ВВП и т.п.), к *триалектическому* механизму упорядочения открытых стационарных систем посредством преодоления производства энтропии и запуска негэнтропийных процессов. В этом плане работа отражает насущные потребности теории и практики.

Автор монографии является пионером принципиально нового методологического подхода в экономической теории и естественной науке. Развивая диалектический метод (диалектика диалектики), он предлагает собственный *триалектический подход* к исследованию развития природных и общественных систем, в соответствии с которым их формирование и развитие происходит на основе взаимодействия трёх природных начал: энергетической потенции, информационной реальности и синергетического феномена. Именно их противоречивое триединство обеспечивает системам свойства открытости, стационарности, устойчивости, изменяемости, самоорганизации. Очевидно, не случайно в упомянутой триаде просматриваются обусловленные родоначальниками христианского учения черты Божественной Троицы как религиозного отражения фундаментальных основ мироздания.

Предложенный подход открывает перспективы изучения материально-энергетических, информационных и синергетических факторов в качестве равноценных (равных – в разном) и самоценных компонентов экономических систем. На страницах монографии читатель сможет найти фундаментальное объяснение причинно-следственных связей и механизмов функционирования природных и экономических систем, в том числе эффекта эмерджентности. Последовательно, на конкретных примерах, прослеживается содержание процессов, лежащих в основании целенаправленной деятельности экономических субъектов, когда во взаимодействии и конвертации различных групп факторов (времени и пространства, материальных ресурсов, энергии, информации, коммуникаций, человеческого капитала, мотивации и др.) происходит упорядочение и развитие экономических систем. Содержанию и особенностям действия факторов пространства, времени, синергизма, этики посвящены отдельные разделы монографии.

Автору удалось выстроить сложную и вместе с тем достаточно стройную научную конструкцию взаимосвязанных факторов и механизмов упорядочения открытых стационарных систем. Научно обоснованы движущие силы самоорганизации, возникающие противоречия, воспроизводственный механизм формирования компонентов систем.

Развитие предложенного методологического подхода позволяет по-новому взглянуть на решение многих хозяйственных задач. Колоссальная неэффективность современных экономических систем во многом обусловлена несовершенством информационной и синергетической основ технических и организационных систем. Накопленный человечеством огромный энергетический потенциал оказывается избыточным и непродуктивно рассеивается вследствие чрезвычайно низкой эффективности технических систем, несовершенства информационных алгоритмов их организации, колоссальных транзакционных издержек. Совре-

менная информационная и сетевая революция предоставляет человечеству уникальный шанс эффективной коэволюции с природой, преодоления ресурсного «проклятия» и предотвращения экологической катастрофы. Исследованию этих злободневных проблем посвящено несколько разделов монографии. Пристального внимания заслуживают сформулированные автором принципы формирования социально-экономических систем при обеспечении устойчивого развития и переходе к информационному обществу.

Несмотря на сложность излагаемого материала, монография читается легко. Она содержит достаточное количество примеров, облегчающих восприятие сложных теоретических положений. Содержательно и методологически монография доступна не только научным работникам, но и преподавателям вузов, государственным служащим, менеджерам предприятий, предпринимателям. Книга может быть рекомендована также в качестве учебного пособия для студентов, желающих углубленно изучать вопросы экономики и управления хозяйственными системами.

В. Н. Тарасевич, д.э.н., профессор,  
заведующий кафедрой политической экономии  
Национальной металлургической академии  
Украины  
(г. Днепропетровск)

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня, в эпоху перемен, когда на человечество накатываются волны Третьей и Четвертой промышленных революций, мы присутствуем при смене основного предмета исследования социальных наук. Они вынуждены переходить от изучения состояния систем к исследованию процесса изменений состояния. То, что до XX века было уделом историков, а в XX веке – задачей отдельных социологов и экономистов, в наши дни становится рутинной повседневной заботой всего человечества. Жить в эпоху перемен, управлять изменениями, конструировать трансформации так, как инженер конструирует детали машины. Все это возможно лишь в том случае, если достоверно знать тот предмет, который одновременно является условием (своеобразной «средой») жизнедеятельности, объектом управления и целью конструирования. Название ему – *феномен развития*.

Работая над книгой, автор ставил перед собой цель представить в конечном итоге целостную картину феномена *развития*. Репродукция происходящих в природе и обществе процессов напоминает сборку единого механизма из различных деталей или узлов. Такими составными компонентами целостной картины развития являются накопленные человечеством знания в отдельных научных сферах и факты его практической деятельности.

Успехи естественных и социальных наук последних десятилетий позволяют связать воедино то, что казалось разрозненными предметами и явлениями происходящих в природе и обществе процессов. Все более очевидным становится тот факт, что развитие природы – это не линейный ход наращивания новых звеньев в эволюционной цепи. Эволюцию природы, скорее, можно представить объемным процессом воспроизводства очередного уровня в «динамической матрешке» мироздания, где все слои взаимообуславливают друг друга. Так, поведение элементарных частиц определяет свойства атомов, из которых состоят молекулы. Характер взаимодействия молекул обуславливает параметры клеток, из которых состоят организмы. Особенности и отношения индивидуумов влияют на характеристики субструктур (семей, стай, предприятий), из которых состоят сообщества (экосистемы, коммуны, страны). При этом поведение систем каждого нижнего уровня подчинено устремлениям систем верхнего уровня: атомы обслуживают молекулы, молекулы – клетки, клетки обеспечивают реализацию воли организма и т.д. И каждый верхний уровень обладает свойствами, которых не имеет нижний уровень.

Не может не быть общих закономерностей функционирования различных уровней, составляющих единое системное целое. Уже само существование человека как биологического организма требует фантастически тонкой синхронизации во времени и в пространстве процессов, формирующих материально-информационную основу всех природных сущностей, составляющих данную «динамическую матрешку» – от каждой частицы и атома до любой из клеток и всего организма в целом. Хотя вероятность совершения каждого из составляющих их

событий измеряется исчезающе малой величиной, оцениваемой числом с десятками нулей после запятой, эти процессы протекают уже сотни тысяч лет. Но и это еще не предел сложности. Ведь и сам человек «био» уже не является замыкающим уровнем материально-информационной организации природного мира нашей планеты. На основе биологической природы человека возник и продолжает формироваться новый уровень общественной материально-информационной сущности, в котором действующим лицом является уже человек «социо-» с его виртуальными возможностями организации мира.

Научные открытия последней четверти предыдущего века позволили взглянуть ту *основу*, которая связывает воедино, казалось бы, совершенно различные природные сущности: *частицы, атомы, клетки, живые организмы, экономические системы*. При кажущейся неповторимости все они принадлежат к одному и тому же организационному классу материально-информационных структур, называемых *открытыми стационарными системами*. Это единство обуславливает наличие общих закономерностей формирования, функционирования и трансформации указанных сущностей.

Метаболизм (или функции обмена); стационарность (или способность поддерживать гомеостаз); механизмы обратной связи; наследственность, изменчивость и отбор; память (или способность фиксировать и воспроизводить информацию); адаптационные и бифуркационные трансформации, феномен синергетизма (или способность к согласованному поведению). Все эти факторы и свойства оказываются присущи не только живым организмам, но и сущностям добиологических и надбиологических уровней организации, например, таким, как атом или предприятие. Но, если это так, то знание закономерностей функционирования одних сущностей может стать ключом к разгадке тайн, прогнозированию особенностей поведения или расширения возможностей управления другими сущностями.

Исследование любого явления, в конечном счете, преследует цель *развития системы* знаний об изучаемом предмете. Данный случай особенный. В нем предметом исследования является сам процесс *развития системы*.

Формирование обобщенной картины феномена *развития систем* представляется чрезвычайно важной не только научной, но и практической задачей. Отсутствие такой картины сегодня во многом является тормозом широкому распространению и применению достижений синергетической теории, в первую очередь, общественными науками. А ведь в большинстве случаев только эта теория позволяет описать нелинейный, неравновесный характер трансформационных процессов, чтобы обосновать поведение общественных систем в подобных условиях.

В основе явления развития систем лежат процессы их самоорганизации. Самоорганизация призвана обеспечивать посредством механизмов обратной связи реализацию двух ведущих функций системы: осуществления метаболизма и поддержания гомеостаза. Самоорганизация, в конечном счете, формирует основу самоупорядочения систем как процесса преодоления растущей в них эн-

тропии. Фактически теория самоорганизации систем позволила осмыслить фундаментальные основы того явления воспроизводства систем, посредством которого природа в состоянии противостоять процессам своего саморазрушения, обусловленного вторым началом термодинамики. Поэтому не случайно, что явлению самоорганизации в учебнике уделено значительное внимание.

С большой степенью вероятности можно предвидеть рост научного интереса к проблемам самоорганизации систем в ближайшее время. Наука обычно отвечает своей активностью на повышенные запросы практики, т.е. жизни и деятельности человека, сферой реализации которых является экономика. Именно последней приходится решать возникающие в обществе производственные, экологические и социальные проблемы. Всё чаще ставятся задачи целенаправленного формирования экономических систем с достаточным потенциалом самоорганизации и саморазвития, включая самостоятельную постановку и корректировку целей, а также выбор средств их достижения. Это особенно заметно в ходе Третьей и Четвёртой промышленных революций.

В конечном счете, указанные вопросы легли в основу *цели* написания данной книги. Поставленная цель обуславливает ряд взаимосвязанных задач. Главная из них носит содержательный характер. Необходимо формировать относительно целостную картину феномена *развития системы* как такового. Это значит, что должно быть представлено во взаимосвязи, взаимообусловленности и взаимодействии максимально полное число факторов и механизмов, составляющих основу функционирования самой *открытой стационарной системы* и процессов ее *развития*.

Другая задача связана с выбором методических средств (формы) решения указанной задачи. Описание целостной картины развития должно быть выполнено (настолько, насколько это возможно без ущерба для содержания) в терминах, понятных, во-первых, ученым, исследующим феномен развития и работающим в различных областях знаний, во-вторых, специалистам различных секторов народного хозяйства, которым, в конечном счете, предстоит на практике реализовывать полученные результаты. При кажущейся автономности, обе задачи взаимосвязаны.

Сегодня «поле» исследований рассматриваемого предмета представляет довольно «пеструю картину». Здесь определенные успехи достигнуты учеными различных областей знаний, причем, за довольно значительный период, начиная с античных времен. В частности, конкретные научные наработки представлены физиками, математиками, философами, биологами, медиками, социологами, психологами, экономистами. Каждый оперирует своим, причем, часто чрезвычайно сложным профессиональным языком.

Формирование цельной картины феномена *развития* из многочисленных разнородных научных фрагментов неизбежно сопряжено со своеобразным «переводом» на универсальный, понятный для большинства язык, хотя по возможности сохраняющий свою рациональную специфику, наработанную в данной области. С учетом указанных моментов в книге представлены дефиниции основ-

ных используемых понятий. Кроме того предпринята попытка изложить рассматриваемый материал в рамках общенаучной универсальной терминологии, по возможности упрощая описание настолько, насколько это позволяет сложность рассматриваемых явлений.

Еще одну задачу автор усматривал в том, чтобы помочь специалистам различных отраслей трансформировать исследуемые общенаучные положения в плоскость решения прикладных практических задач. Этим объясняется значительное количество примеров, представленных в книге.

Подготовке данной книги предшествовал более, чем двадцатилетний период работы автора по данной проблематике, в течение которого были исследованы отдельные вопросы рассматриваемого явления. В частности, были изучены факторы, механизмы и движущие силы феномена *развития*. Наиболее значимые работы представлены монографиями: «Фундаментальные основы развития» (2003), «Методология развития» (2005), «Экономика развития» (2006), «Теория самоорганизации экономических систем» (2012), «Триалектические основы управления развитием экономических систем» (2015). Данная работа решает несколько иную задачу – формирования обобщённой картины рассматриваемого явления.

Автор надеется, что в настоящей книге ему удалось достичь хотя бы часть целей, поставленных при работе над монографией, и ее использование будет способствовать решению возникающих перед читателем научных и практических задач.

Автор благодарен судьбе, подарившей общение с выдающимися учёными, способствовавшими формированию его научного мировоззрения: Олегом Федоровичем Балацким, Поликарпом Петровичем Бобровским, Константином Георгиевичем Гофманом, Владимиром Николаевичем Лексиным, Николаем Федоровичем Реймерсом. Он выражает признательность рецензентам за ценные советы и замечания, благодарит коллег за содействие в подготовке книги к изданию.

# ГЛАВА 1. СИСТЕМА КАК БАЗОВЫЙ ОБЪЕКТ ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ ПРИРОДЫ

## 1.1 Понятие о системе

Явление *развития* неразрывно связано с понятием системы. Если что-то и способно развиваться, то оно обязательно является системой. Всё в мире: от мельчайших частиц до мегакосмических образований – является системами, в свою очередь состоящими из систем.

Система (от греч. «система» – целое, составленное из частей) – одно из древнейших научных понятий, использовавшееся задолго до Аристотеля и Платона.

На основе анализа современной литературы (Акофф, 1985; Акимова, 2010; Маца, 2008; Лесков, 2005; Backlund, 2000; Held, 2008; System, 2016) можно дать такое определение системе.

**Система** – любая совокупность элементов (подсистем), объединенных между собой в единое целое процессами взаимодействия (материально-информационного обмена) для реализации общей функции (достижения общей цели).

Краткое античное определение системы: *целое, большее суммы его частей* (Реймерс, 1990).

В свете данного определения можно говорить о разного рода системах: *физических* (элементарная частица, атом, молекула, вещество), *технических* (приспособление, механизм, машина, комплекс машин), *биологических* (клетка, орган, организм, популяция, экосистема), *экономических* (предприниматель, бригада, цех, предприятие, корпорация, рынок), *социальных* (личность, семья, сообщество, страна), *информационных* (язык, компьютерная программа).

*Элементом* системы можно считать ее структурный компонент, который нельзя разлагать далее, не меняя его свойств. Например, элементом технической системы является деталь, в биологическом организме – клетка, в экономической системе – исполнитель, и т.д. Система может функционировать только при взаимодействии между собой её отдельных элементов, в ходе которого элементы обмениваются веществом, энергией и информацией. Например, в технических системах детали обмениваются энергией, в химических – происходит обмен веществами, а в биологических – всё вместе. При взаимодействии элементов реализуются *взаимосвязи* между ними.

*Взаимосвязи между элементами* – это функциональные зависимости между элементами системы по поводу выполняемых ими функций и про-



цессов реализации метаболизма. Взаимосвязи формируются на основе различных принципов: взаимодополнения, взаимоподчинения, равноправного взаимодействия, взаимовыгоды, пр.

*Границы системы* – пределы действия взаимосвязей между ее элементами. Иногда для обозначения границы системы используются другие термины, например, «поле связей» (Held, 2008). С понятием *граница системы* тесно связано понятие *функциональная среда системы*.

*Функциональная среда системы* – характерная для системы совокупность законов, алгоритмов и параметров, по которым осуществляется взаимодействие (обмен) между элементами системы и функционирования (развития) системы в целом (Хомяков, 2010). В частности, на каждом уровне физических систем (элементарная частица, атом, молекула) алгоритмы взаимодействия их элементов различны. Различаются и реакции обмена веществом энергией и информацией у различных организмов. Свои законы действуют в каждом государстве. Причём, эти законы действительны и на территории посольств данных государств далеко за пределами их официальных границ. Это значит, сюда также будет распространяться функциональная среда системы под названием *государство*.

По мере усложнения систем усложняется и их функциональная среда. В последнее время стали создаваться виртуальные предприятия, в состав которых могут входить структуры, часто расположенные на различных континентах Земли. Причем каждое из таких предприятий может быть интегрировано и в другие виртуальные предприятия, создающиеся для изготовления определённого вида продукции (компьютера, определённого вида транспорта, мебели или одежды). Каждое такое виртуальное объединение является системой, функциональная среда которой определяется специальной юридической основой (соглашением, установленными стандартами, принятыми принципами взаимодействия).

Основной характеристикой любой системы является ее состояние.

*Состояние системы* – это совокупность значений величин, характерных для данной системы: параметров внутренних элементов системы, связей между ними, а также связей между системой и внешней средой – которые называются *параметрами состояния*.

*Состояние биологического организма* характеризуется, прежде всего параметрами обменных процессов, с помощью которых организм обменивается с внешней средой веществом, энергией и информацией. Эти процессы, в свою очередь, связаны с внутренними параметрами самого организма: температурой, кровяным давлением, скоростью обменных процессов и т. д.

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

ходов, др. Индикаторами состояния при этом выступают: объем продаж, себестоимость продукции, цена реализации, прибыль и т. д.

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

**Свойства систем.** Системы обладают рядом специфических особенностей (свойств), отличающих их от других объектов природы, которые в данных условиях, не могут рассматриваться в качестве систем. Свойства системы позволяют глубже понять и её внутреннее содержание. В числе основных свойств системы можно выделить (Акимова, 2010; Акофф, 1985; Лесков, 2005; Маца, 2008):

- *целостность* – система воспринимается как единое целое, т.е. совокупность отдельных элементов, объединенных между собой взаимными связями; например, атом, живой организм или самолет имеют что-то, что отличает их от других систем; это что-то подтверждается самим фактом однозначного их восприятия при произнесении соответствующих терминов, обозначающих данные предметы;

- *функциональность* – элементы объединяются в целостное, системное единство благодаря выполнению ими единой функции или единых функций; например, транспортные средства функционируют для перевозки определённого вида и объёма грузов определёнными способами (по суше, воздуху, воде);

- *когерентность* – между элементами внутри системы существует тесная согласованная взаимосвязь; причем связи элементов между собой прочнее, чем их связи с внешней средой, что обеспечивает системе само-сохранение и выживаемость;

- *эмерджентность* – системное целое имеет свойства, не присущие его подсистемам;

- *композиционность* – состояние и свойства системы зависят главным образом не от свойств ее элементов, а от *композиции*, т.е. связей между ними; в частности, в зависимости от кристаллической решетки углерод может приобретать два состояния (графита и алмаза), свойства которых кардинально различаются;

- *альтернативность* – так как элементы способны находиться в разных состояниях, между ними возможны альтернативные (различные) связи, что обуславливает *альтернативность* состояний системы; например, такая система, как телевизор может изменять своё состояние, принимая разные каналы; компьютер будет изменять свои состояния, выполняя разные программы; по-разному будут реализовываться связи между клетками организма в больном и здоровом его состоянии;

- *динамизм* – свойства открытой стационарной системы (на особенностях данного класса систем мы остановимся ниже), включая относительную устойчивость ее состояния, обусловлены непрерывными обменными процессами (*метаболизмом*) элементов системы между собой и с внешней средой;

- *реактивность* – относительная устойчивость обменных процессов системы поддерживается способностью ее элементов изменяться в ответ на изменение среды и изменение состояния других элементов посредством механизмов обратной связи: положительные обратные связи усиливают действие происходящих изменений, отрицательные – ослабляют.

Р. Акофф дополняет указанную картину свойств системы несколькими существенными ее признаками:

- поведение каждого элемента влияет на поведение целого;
- поведение элементов и их воздействия на целое взаимосвязаны;
- если существуют подгруппы элементов, каждая из них влияет на поведение целого и ни одна не оказывает такого влияния независимо;
- каждая часть системы обладает качествами, которые теряются, если ее отделить от системы.

- существенные свойства системы, взятой как целое, вытекают из взаимодействия ее частей, а не из их действий, взятых в отдельности; по данной причине – и это главное – система есть целое, которое нельзя понять посредством анализа» (Акофф, 1985).

В функционировании предприятия можно проследить указанные выше признаки системы, в частности:

- *предприятие является более сложной сущностью, чем сумма его подсистем* (цехов, управлений, служб, подразделений), поскольку оно обладает свойствами, которые отсутствуют у указанных составляющих; предприятие имеет: право юридического лица (и, соответственно, целый ряд прав и обязанностей), фирменные идентификационные признаки, отличающие данное предприятие от других (название, торговую марку, пр.), возможности выпуска и реализации конечной продукции – всем этим не обладают его структурные единицы;

- *поведение каждой подсистемы предприятия влияет в целом на всё его поведение*; например, в своё время недостатки в работе лишь одного звена корпорации «Тойота» заставили отозвать с рынка более одного миллиона уже проданных автомобилей из-за недостатков в тормозной системе; это причинило существенный вред имиджу фирмы и не могло не сказаться на её поведении, обусловив внесение изменений в стратегию развития и тактические планы корпорации;

- *подразделения предприятия в своем поведении взаимосвязаны друг с другом*; сбои в системе реализации продукции ведут к затовариванию складов и заставляют притормаживать процессы производства продукции; проблемы у поставщиков с обеспечением определенным видом

сырья заставляют технологов искать пути перехода на другие виды ресурсов и т.д.;

- *каждая структурная единица предприятия теряет свои свойства за его пределами*, любой цех или подразделение предприятия специализируется на выполнении определенных функций; если, допустим, предприятие прекратит свое существование, отпадет и необходимость в выполнении этих функций, а с ними исчезнет и то, что придает подразделениям их характерные особенности: заготовительный цех перестанет быть заготовительным, сборочный – сборочным и др.

## 1.2 Открытость и стационарность систем

Развиваться могут не любые системы, а только *самоорганизующиеся*. Такие способны сами контролировать свою деятельность, обеспечивая необходимые для обмена с внешней средой внутренние параметры своего состояния.

В свою очередь, для того, чтобы система была самоорганизуема, она должна обладать двумя необходимыми качествами. Во-первых, она должна быть *открытой*, а, во-вторых – *стационарной*.

**Открытость** системы обусловлена самим фактом необходимости извлечения системой энергии из внешней среды. Любые процессы самоорганизации системы (контроль за параметрами внешней среды, передвижение, перестройки внутреннего состояния и т.п.) не могут осуществляться без затрат энергии. Пополнять запасы израсходованной энергии (как, например, это делают биологические организмы) система может только извне. Для этого она должна быть *открытой* для обмена веществом, энергией и информацией с внешней средой. В частности, из внешней среды система извлекает необходимые материальные и информационные ресурсы. Туда же, в среду, она удаляет отходы своей жизнедеятельности.

Открытость системы – лишь необходимая предпосылка обеспечения её жизнедеятельности. В качестве достаточной предпосылки выступает эффективный *обмен* веществом, энергией и информацией, во-первых, между системой и внешней средой, а во-вторых, между отдельными частями самой системы. В ходе внешнего обмена система подпитывается из внешней среды энергией и энергосодержащими веществами, а также удаляет туда отходы своей жизнедеятельности. В ходе внутреннего обмена происходит обработка материально-информационных потоков, извлечение из них необходимой для существования системы энергией, а также преобразование получаемых веществ и энергии в перестройку (развитие) самой системы.

Указанные процессы *обмена* принято называть **метаболизмом** (от греч. «метаболе» – перемена, превращение).

Открытость и метаболизм играют ключевую роль в деятельности предприятия. Именно *внешняя среда* выполняет функции, без которых оно не может существовать (рис. 1.1).

- среда является *материально-информационным пространством* для физического существования предприятия; причем, характеристики окружающей среды должны удовлетворять необходимым условиям его существования;



Рис. 1.1. Обмены с внешней средой предприятия как *открытой* системы

- в среде предприятие находит *потребителей* своей продукции; продавая ее, предприятие получает ту часть свободных средств покупателей, которая фактически является аналогом свободной энергии (условно – квазиэнергией) для дальнейшего функционирования и развития предприятий;

- среда служит *каналом оттока собственных свободных средств* предприятия в форме платежей, сборов, налогов, коррупционных и рэкетирских издержек; они следуют от предприятия к поставщикам ресурсов и различных услуг; взамен предприятие получает необходимые для своей работы ресурсы, условия функционирования, гарантии безопасности и т.д.;

- среда служит *местом удаления* (складирование, захоронение) *отходов* предприятия и *активным реактором* для их *нейтрализации (очистки)*.

**Стационарность** является другим важнейшим качеством самоорганизующихся систем. *Стационарностью* называется способность сохранять состояние системы в относительно небольшом устойчивом интервале её параметров. Его принято называть *гомеостазом*.

**Гомеостаз (ис)** (от греч. «гомоиос» – подобный, одинаковый и «стасис» – неподвижность, состояние) – устойчивая разница физико-химических потенциалов (уровней высот, давления, температуры, электромагнитных параметров, химических характеристик, пр.) между системой и внешней средой, а также между отдельными частями самой системы, при которой возможно устойчивое поддержание обменных процессов (метаболизма) системы.

Таким образом, *стационарностью* можно считать способность системы *поддерживать гомеостаз*.

Почему стационарность и поддержание гомеостаза столь важны для процессов развития систем? Да, потому что в таком состоянии достигается наиболее эффективный режим функционирования системы, когда процессы её жизнедеятельности обеспечиваются с минимум затрат энергии. Таким образом, система получает возможность накапливать энергию для своего развития и прогрессивных изменений.

Впрочем, этим роль гомеостаза в процессах существования и развития систем не ограничивается. Далее мы остановимся подробнее на особенностях поддержания метаболизма и гомеостаза в системах.

### 1.3 Метаболизм как основа функционирования и развития систем

**Фундаментальные функции метаболизма.** Внешнесистемный и внутрисистемный метаболизм (обмен) можно отнести к одному из наиболее парадоксальных явлений в процессах функционирования и развития систем. Достаточно сказать, что свое *постоянство* (т.е. стационарность и относительно стабильный уровень гомеостаза) системе приходится поддерживать ценой непрерывной, ни на миг не прекращающейся, *изменяемости* своего состава. Для этого система должна безостановочно прокачивать через себя потоки веществ, энергии и информации. В экономических системах метаболизм принято называть *индустриальным*.

Система остается внешне *неизменной*, а значит *узнаваемой* (в частности, сохраняет в пространстве и времени свои отличительные особенности: форму, цвет, свойства и т.п.) лишь до тех пор, пока внутренне *изменяется*, т.е. *прибывает в движении*, изменяет (заменяет, воспроизводит заново) своё внутреннее содержание). *Постоянство структурных* элементов системы на самом деле является продуктом *постоянства* непрерывной *работы* системы по их обновлению.

Очень образно эту мысль выразил Р. К. Баландин: «Вслед за Кювье можно назвать организмы устойчивыми, хотя и не долговечными вихрями

атомов. И вся биосфера как целое – тоже совокупность устойчивых организованных вихрей атомов, круговоротов веществ и энергии» (Баландин, 2009).

В составе любой открытой стационарной системы нет ни одного атома, который бы постоянно принадлежал данной системе. Все они – «странники» в непрекращающемся движении потока материи через систему и лишь временно пребывают в пространственно-временном континуме данной системы». Одни компоненты указанного потока задерживаются в системе на более продолжительный период. Они выполняют роль строительных материалов. Используя их, система безостановочно воспроизводит свое тело, т.е. подсистемы и коммуникации между ними, из которых она состоит. В биологическом организме – это его органы, в экономической системе – *основные средства* (здания, сооружения, оборудование, пр.).

Другие компоненты метаболического потока (вещества, виды энергии и информации) – лишь «мимолетные гости» системы. Они, «не засиживаясь надолго», напрямик проходят через систему от ее входа – до выхода (из среды – в среду). Эти материально-информационные потоки система пропускает через себя, чтобы за один цикл извлечь из них *свободную энергию*. В биологическом организме эти потоки имеют изначально форму продуктов питания, воды для питья и воздуха для дыхания. В экономических системах они обретают форму *оборотных средств* (сырья, материалов, энергии, пр.).

Максимальное проявление способности к саморазвитию *открытые стационарные системы* нашли в живых организмах. Эти свойства были обеспечены именно благодаря максимальному динамизму метаболизма.

Ю. Н. Куражсковский сформулировал закон *сохранения жизни* в такой формулировке: жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потока веществ, энергии и информации. Прекращение движения в этом потоке прекращает жизнь» (Куражсковский, 1990).

Еще большую масштабность и динамизм метаболизм обрел в экономических системах.

**Метаболизм как средство упорядочения системы.** Долгое время функция материального обмена (т.е. обмена веществом и энергией) считалась главной в метаболизме. Мало кто задумывался о цели существования самой системы и глубинном содержании процессов ее развития.

Одним из первых вектор исследования сменил 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*, образующийся в их организме. По правде говоря, даже сегодня это звучит, как минимум, непривычно, однако заставляет задуматься...

В чем же главная особенность такого 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*.

Информационная функция чрезвычайно важна в системе. Для согласования своих действий её подсистемы должны постоянно обмениваться информацией. Метаболизм и служит своеобразным коммуникатором, обеспечивая перенос информации от подсистемы к подсистеме.

**Единство понятий *система* и *метаболизм*.** Понятия *система* и *метаболизм* неотделимы друг от друга. Здесь даже неприемлемы такие аналогии, как: «близнецы-братья», ибо речь идет о различных сторонах проявления одной и той же сущности. *Система* – это внешнее проявление *метаболизма*. *Метаболизм* – внутреннее содержание *системы*.

Любая физическая и умственная деятельность человека, его мысли, ощущения и чувства обеспечиваются биохимическими реакциями, на которых основан *метаболизм* в его организме. Состояние уверенности, силы, работоспособности организма, его вдохновения и здоровья – следствие здорового метаболизма. Плохое самочувствие, утомляемость, творческий застой, пессимизм, депрессивность – свидетельство метаболических проблем.

Ни одна *экономическая система* не может успешно функционировать при разбалансировке ее метаболизма. Успех и развитие любого предприятия начинаются с упорядочения его метаболизма и заканчиваются с разрушением последнего.

Характеристику параметров метаболизма экономической системы (предприятия или государства) можно рассматривать в качестве своеобразного аналога биометрического паспорта. Она отражает основные идентификационные особенности системы: вид деятельности, сырьевые ресурсы, технологию, выпускаемую продукцию. По тому, что ввозится через проходную предприятия, опытный наблюдатель легко может вычислить номенклатуру и объемы производимой предприятием продукции. Этим часто пользуются разведчики, ревизоры и налоговые инспекторы. Индустриальный метаболизм предприятия накладывает также отпечаток на образ жизни, занятия и культурную среду работающих в данной системе людей.

**Метаболизм как основа поддержания гомеостаза.** Известный советский писатель и ученый Иван Ефремов сравнивал метаболизм человека с *лезвием бритвы*. Именно так, удерживая параметры своего метаболизма (а с ним и *гомеостаза*) в тончайшем интервале значений своих параметров, удается существовать человеку. Балансируя на этом «лезвии», ему



приходится ежемоментно пропускать через себя практически всю таблицу Менделеева, удерживая ее в таком же узком интервале физико-химических параметров (температурных, электромагнитных, химических) (Ефремов, 1987).

Общее формируется из частного. Биосфера планеты и человеческая цивилизация – эти гигантские конструкции – удерживаются на «лезвиях бритв» частных *метаболизмов* триллионов биологических особей и миллиардов человек.

*Внешние контуры* системы сохраняются в той мере, в которой удерживаются характеристики ее *метаболизма*. Любые изменения в метаболизме неизбежно изменяют и отличительные особенности самой системы (а значит, и ее гомеостаз). Справедливо и иное: изменить себя – свои характеристики и функции – система может не иначе, чем, *изменив свой метаболизм*.

*Стабильный метаболизм* (точнее сказать, относительно стабильные его параметры) – гарантия сохранения идентификационного облика системы, т.е. ее гомеостаза. При нем система сберегает свою целостность и отличительные особенности, а значит, остается сама собой. Не случайно, любая система цепко удерживает свой метаболизм, храня его постоянство. Подобная инерционность метаболизма имеет на то свои объективные причины.

**Метаболизм как инструмент поддержания эффективности.** Все элементы системы обязательно выполняют какую-либо функцию по осуществлению метаболизма. В этом смысле они являются его продуктом и производной функцией. Напомним, что *метаболизм* – это *материально-информационный обмен*, в ходе которого отдельные ингредиенты (вещества, виды энергии и информации) извлекаются (из среды), передаются, трансформируются и удаляются (в среду). Все элементы (структурные подразделения) системы должны быть задействованы в данном процессе. Если какая-либо часть системы прямо или косвенно не участвует в метаболизме, она должна безжалостно ею отбраковываться.

Природа всегда рациональна. Существование любой части системы требует дополнительных затрат энергии. Система не может допустить того, что в ней будет существовать бесполезная (а значит, ущербная) подсистема.

Если в силу ряда обстоятельств какой-либо элемент системы прекращает выполнять полезные для деятельности системы функции, то возможны только два исхода: либо система предпримет усилия по отбраковке бесполезной подсистемы (в частности, прекратит питать ее энергией), либо, если система по каким-либо причинам будет не в состоянии этого сделать, природа отбракует саму систему. Излишнее бесполезное расходование энергии, является, увы, отрицательным фактором в конкурентной борьбе, в которой приходится участвовать данной системе.

Сознательно или подсознательно эту истину обычно безошибочно воспринимают представители различных подразделений (подсистем) в общественных структурах (управлений, отделов, главков, министерств и ассоциаций). Любой ценой (используя связи, лоббирование, провоцирование ажиотажа вокруг какой-либо искусственно воспроизводимой проблемы, и т.п.) они борются не только за сохранение функций своих подразделений, но и за повышение значимости (т.е. информационного статуса в обществе) последних. Это обеспечивает сохранение и преумножение метаболических потоков ресурсов (и в первую очередь, денежных средств), следующих через упомянутые подразделения. Для них сохранение их места (т.е. функций) в системном метаболизме – вопрос жизни и смерти. Правда, тем самым они приближают к краху саму систему.

Даже системы, существующие в конкурентных условиях рыночной среды, умудряются искусственно воспроизводить потребность в собственных функциях. Известны случаи, когда компании, производящие средства борьбы с комарами, были уличены в том, что сами искусственно разводили этих насекомых. Подобную тактику часто используют предприятия и других видов деятельности. Например, фармацевтические компании нередко инспирируют сильно преувеличенные «страшилки» о распространении различных эпидемий. Представители военно-промышленного комплекса прикладывают максимум усилий для «воспроизводства» угрозы военных конфликтов, а иногда не останавливаются даже и непосредственно перед провоцированием их возникновения.

Всё, что есть в системе и хорошего, и плохого, – это следствие, продукт ее метаболизма. Если сказать, что *метаболизм является телохранителем системы*, в этом не будет никакой натяжки. Ибо метаболизм в самом буквальном смысле оберегает материальное тело любой системы. Метаболизм хранит систему, и система отвечает ему взаимностью. Удерживая параметры своего метаболизма, система сберегает этим саму себя. Лишь грозящая системе серьезная опасность, может вынудить ее изменить свой метаболизм.

#### **1.4 Фундаментальные функции стационарности и гомеостаза**

Остановимся теперь подробнее на понятиях *стационарность* и *гомеостаз*. *Стационарным состоянием* в физике называют состояние систем, при котором некоторые существенные для характеристики системы величины не меняются во времени. Как мы уже отмечали выше, для самоорганизующихся систем такой существенной характеристикой является уровень *гомеостаза*. Только при нем система может существовать, оставаясь тем, чем она есть.

Лишь при температуре тела близкой 36,6°C человек может существовать как биологический организм. Отклонение температуры на несколько

градусов в ту или иную сторону является фатальным для открытой стационарной системы под названием «человек». Хотя пределы допустимых отклонений у каждого организма могут быть особыми.

Стационарное состояние называется еще *динамическим равновесием*, или *квазиравновесным* состоянием. 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 частицы находятся в абсолютном покое, и характеристики их длительное время остаются неизменными. В стационарном же состоянии, хотя и достигается внешнее подобие такой картины – устойчивое (неизменное) состояние параметров системы – оно достигается ни на мгновение не прекращающимся 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 все её компоненты *уравновешены* между собой (по характеристикам параметров), в стационарной – компоненты системы находятся в состоянии устойчивого *неравновесия* друг к другу. Что же тогда в ней уравновешено? А уравновешены силы воздействия на каждый ее компонент (напр., подвод и отвод тепла, повышение и снижение давления, пр.). Наблюдается как бы *равновесие* – но динамическое. Поэтому стационарное состояние называют еще «*устойчивой неравновесностью*».

**Роль стационарности в развитии систем.** «Изобретение» природой *гомеостаза* является ее феноменальным творением. Именно благодаря гомеостазу удается 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*.

Любое движение или изменение возможно только там, где есть *разница потенциалов*: гравитационных, физических, химических. Где существует *различие*: уровней высот, 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, необ-

ходимо чтобы сами значения разницы потенциалов существенно не изменялись. Именно при таких характеристиках создаются наиболее благоприятные условия постоянства протекающих процессов – их *непрерывность, необратимость, направленность и эффективность* (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. Например, изменение курса национальной валюты может изменить выгодность внешнеэкономических операций в стране. Это может оказаться достаточной предпосылкой для переориентации экономики с импорта на экспорт или наоборот.

*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 2-й половине XIX в. К. Бернарром. 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 кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения и др., участвующих в поддержании *гомеостаза* (Биологический 1989).

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

Благодаря биосферным механизмам на нашей планете поддерживается *стационарный* режим природных условий. Человек научился искусственно поддерживать стационарные параметры в аппаратах, которые он запускает в космос. Благодаря этому там возможны длительное пребывание и активная деятельность человека.

Для физической или биологической системы постоянство её определенных параметров отражает лишь внешнюю форму проявления гомеостаза. Внутренним содержанием являются, параметры *метаболизма* в частности, объем *материальных субстанций* (в энергетическом эквиваленте), которые в единицу времени пропускает через себя система, о чём мы уже подробно говорили в предыдущем подразделе.

**Гомеостаз экономических систем.** Для *экономической системы* квазиэнергетической характеристикой *гомеостаза* условно может считаться *объем товарно-денежных потоков*, которые она пропускает через себя в единицу времени, в частности, её *мощность*, т.е. объем производства в единицу времени, приближенный к наиболее эффективному режиму функционирования системы.

Если быть точным, теоретическим уровнем гомеостаза экономической системы следует признать удельный (в единицу времени) объем производства в денежном выражении, соответствующий минимальным граничным (маржинальным) производственным издержкам.

В качестве частных параметров, отражающих гомеостаз экономической системы (предприятия) можно рассматривать: номенклатуру выпускаемой продукции, ее ассортимент, объем производства, рыночную цену выпускаемой продукции. В частности, цена продукции характеризует объем свободной квазиэнергии, которую удастся привлечь в систему благодаря производству и реализации единицы продукции. Для макроэкономической системы частными показателями её гомеостаза можно считать объем валового внутреннего продукта (ВВП) и внешнеторговое сальдо.

**Стационарность и эффективность системы.** Фактор стационарности заслуживает более пристального внимания еще по одной причине. Гомеостаз соответствует параметрам системы, при которых она функционирует в наиболее *эффективном* режиме. Отклонение в *большую* или *меньшую* сторону от параметров гомеостаза означает снижение эффективности функционирования системы.

Эффективность функционирования является чрезвычайно важной характеристикой системы. Только накапливая свободную энергию, система может создавать предпосылки для прогрессивного развития. Это может случиться, если система будет функционировать эффективно. Ее неэффективность означает уменьшение свободной энергии в системе и снижение потенциала развития.

О том, насколько важно соблюдение стационарных режимов, свидетельствует опыт пороков советской экономики. Бесконечные трудовые подвиги «ударников», перевыполняющих по срокам свои планы на недели и месяцы и перекрывающих расчетные мощности своих агрегатов (зачастую

в разы!), на самом деле были не чем иным, как неосознанными действиями по нарушению стационарных (т.е. наиболее эффективных, а поэтому оптимальных) режимов экономических систем и всего народного хозяйства. Справедливости ради, следует сказать, что не только «ударники» приложили к этому руку... Из-за колоссальной неэффективности управления экономикой нежизнеспособным оказалось все хозяйство страны (См., например, подробно об этом в: Селюнин и др., 1990).

Результатом хронического нарушения стационарного режима любой системы является резкое повышение затрат на ее функционирование. Следствием, как правило, является деградация системы и ее разрушение. Как человек не способен длительное время жить при значительном отклонении параметров своего организма (например, температуры и кровяного давления) от оптимальных значений, так и экономические системы начинают «болеть» и «умирают» при блокировании механизма самонастройки на стационарность на фоне ухудшающихся условий внешней среды.

## ГЛАВА 2. ТРИАЛЕКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМ

### 2.1 Парадоксальность явления возникновения систем

Сам процесс возникновения любой новой системы напоминает некое мистическое явление, при котором появляется новое качество с порой необъяснимыми превращениями.

Например, в процессе горения водорода появляется вода – вещество с удивительными свойствами. При этом загадка заключается не в том, откуда взялась вода (ясно, что от соединения водорода с кислородом), а откуда у воды взялись свойства, которых не было ни у водорода, ни у кислорода? На этот вопрос ни один даже самый продвинутый химик ответить не в состоянии. Его знает только природа, сконструировавшая данную *систему*.

Можно привести и другие примеры. Вода, замерзая, расширяется. А ведь этого свойства нет ни у одного вещества нашей планеты, включая водород и кислород, из которых состоит вода. Известно очень много других уникальных свойств воды. В чистом виде вода является диэлектриком, т.е. изолятором. Но примеси любых веществ делают её отличным проводником, что необходимо для передачи информационных сигналов от клетки к клетке в организме. Таких удивительных свойств у воды очень много.

Важно вот ещё что. Если бы вода не имела своих специфических характеристик, жизнь на нашей планете была бы невозможной. Живые организмы состоят на 70–90% из воды. Она же служит коммуникационной средой для их общения.

Или взять другой пример. Электрон – *самая маленькая* элементарная частица, обладающая массой покоя. То есть он что-то весит. Выходит, элементарные частицы, из которых состоит электрон, массой покоя не обладают. Значит, они вообще ничего не весят... Представьте дом, массой в десятки... или даже сотни тысяч тонн, а строительные материалы, из которых он состоит, невесомы. Иными словами, если дом разобрать на строительные блоки, он разлетится в разные стороны.

Впрочем, можно привести пример и системы с диаметрально противоположными свойствами. В ней каждая отдельная часть стремится упасть на землю, а сама система весьма успешно летает, устремляясь в небо... Причём многим из нас уже довелось не раз летать в такой системе... Ведь это – самолёт.

Возможно, самое удивительное своё проявление система нашла в человеке. В материальном теле человеческого организма возникает и развива-

ется совершенно нематериальная, информационная сущность – *личность человека*, часто именуемая его душой. Никакая материальная клеточка человеческого тела, ни один его орган, взятые в отдельности от всей системной сущности человека, не могут быть носителями его личностного начала. Они выполняют лишь необходимые функции для биологического существования организма, в котором неведомым образом и возникает личность. Этот уникальный дар человек обрёл во-многом благодаря важнейшей подсистеме своего организма – мозгу, но не только ему. На него работает вся триалектическая система взаимодействия трёх основ организма: материально-энергетической, информационной и синергетической.

Мозг состоит из триллионов нейронов (нервных клеток) и синапсов (контактов между ними). Некоторые учёные считают мозг одной из самых сложных систем во Вселенной. Другие – заявляют, что благодаря волновым процессам, происходящим в мозге он формирует голографические картины окружающего мира, а сам человек является не чем иным, как голограммой Вселенной. Третьи – уверяют, что основная обработка информации происходит вообще вне мозга; он лишь обеспечивает функциональный доступ своих материальных подсистем к действующим процессорным средствам. В этом случае возникает вопрос: а где основной процессор? Где, так сказать, «облако»? Скорость обработки информации мозгом беспрецедентна и находится за пределами процессов, объясняемых современной физикой. Ёмкость долговременной памяти человека потенциально не ограничена и достигает, по некоторым оценкам числа 10 в двадцатой степени (Волков и др., 1999).

Удивительны свойства и экономических систем. Каждый из нас что-то потребляет или производит, не задумываясь о том, что все это взаимосвязано и взаимозависимо. А главное – действует как единый самоорганизующийся механизм, который определяет: что и сколько производить, как производить, для кого производить, по каким ценам продавать и сколько кому платить за работу.

«Магические» свойства *системы* заметили ещё античные учёные. Они и дали ей удивительное, парадоксальное определение: «*целое, большее суммы его частей*». Но, откуда берётся это «большее», которого нет у суммы частей, они объяснить не смогли.

Попробуем мы сами разобраться в этом явлении. Однако прежде нам нужно выяснить некоторые важные вещи.



## 2.2. Триалектика природных начал и реализация эффекта эмерджентности

Начнём с того, что в основе формирования любой системы лежат три природных начала:

- **материально-энергетическое** (или просто – **материальное**) – **движет**; оно даёт возможность системе и её отдельным частям (подсистемам) совершать движение и выполнять работу, а это значит – изменяться и развиваться;

- **информационное** – **направляет**; оно обеспечивает направленность движения в пространстве и времени, а это значит, формируется информационный алгоритм взаимодействия между собой отдельных частей системы и программа её развития в целом;

- **синергетическое** – **объединяет**; оно обеспечивает реальные действия отдельных частей системы для объединения их в единое целое.

Проявлять себя природные начала могут только сообща – взаимодействуя друг с другом. Скажем, *энергетический потенциал* требует направляющего воздействия *информационного начала*. Без него он способен производить только «броуновское движение» – бессистемное шараханье объекта в разные стороны. С другой стороны, направлять и объединять можно только что-то материальное, обладающее энергетическим потенциалом.

И наконец, разве могут *материально-энергетическое* и *информационное* начала быть реализованы без *синергетического* начала? Чтобы система смогла произвести внутри или вне себя хоть какую-то работу, её отдельные части должны действовать согласовано, взаимодействуя друг с другом.

Проявляя себя подобным образом, природные начала когда-то сформировали и продолжают воспроизводить различные виды систем – системные сущности природы: *элементарные частицы, атомы, молекулы, клетки, организмы, общественные образования (семьи, предприятия, страны)*. Из них состоит Мироздание, природа нашей планеты и человеческая цивилизация. Каждый такой вид систем представлен множеством отдельных его единиц. Скажем, если мы говорим об *электроне*, то следует иметь ввиду бесконечное множество этих частиц во Вселенной. Если речь идёт о каком-то биологическом виде, например, *лягушке* или *комаре*, то подразумеваются миллиарды отдельных биологических особей на планете.

Каждая такая единица может существовать не иначе, как воспроизводя в себе три упомянутых начала: *материально-энергетическое, информационное* и *синергетическое*. В этом смысле каждая единица сущностей природы представляет собой как бы Божественную Троицу в миниатюре.

Как гласит энциклопедия «Христианство», Бог Отец – первопричина всему и первичная потенция творения мира. Бог Сын – средоточие мысли, из-за чего он ещё именуется Словом, Логосом, Замыслом. Его основное свойство – предвечное и постоянное рождение от Бога Отца. Бог Дух Святой предвечно исходит от Бога Отца и, соединяясь с Богом Сыном, реализует творческую Божественную способность формирования предметов и явлений природы (Христианство, т.3, 1995).

Воспроизводственный феномен обеспечивает воспроизводство (устойчивое повторение) во времени в каждой природной сущности ее отличительных признаков (свойств) (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Сущностные основы возникновения и развития системы

В Японии одной из двух основных религий является *синто*. Сами японцы говорят, что это очень простая, языческая религия. Однако мудрость её заключается в том, что в ней – «семь миллионов богов»: каждое дерево, кустик или животное – это бог. Постигая основы системных знаний о природе, начинаешь понимать, почему это так. Ведь каждая природ-

ная система как бы несёт в себе начала Божественной Троицы, которые ежемоментно воспроизводятся в ней. Взаимодействуя друг с другом, упомянутые начала формируют единый целостный потенциал, воспроизводящий данную природную сущность – воспроизводственный феномен.

Однако вернёмся к ранее заданному вопросу: откуда в системе берётся её новое качество – то, что *большее* суммы её частей?

Отдавая должное изящности и лаконичности *определения* античных учёных, следует вместе с тем заметить, что его формулировка не совсем корректна. Из-за этого может возникать иллюзия, что новое качество системы (вопреки законам природы) появляется как бы из *ничего*. Известно, между тем, что в материальном мире что-либо новое (если оно не привнесено извне) может появиться в системе только из её *внутреннего содержания*, т.е. из частей (компонентов) самой системы. Заблуждение античных учёных насчёт того, что в системе может возникать *ничто*, «большее суммы её частей», происходит оттого, что кроме материальных составляющих системы ими не учитывались две её важнейшие компоненты – *информационная* и *синергетическая* основы. Они ведь тоже «части» системы, хоть и не материальные. Именно они и служат источником возникновения в системе её новых свойств и характеристик. Это хорошо прослеживается на конкретных примерах.

Кристаллические решётки и *алмаза*, и *графита* имеют одинаковый состав материальных компонентов – атомов углерода. Однако свойства этих соединений диаметрально противоположны. Алмаз – одно из самых твёрдых веществ, графит, наоборот, отличается своей мягкостью. Столь существенное различие объясняется различным *информационным алгоритмом* (структурой) формирования кристаллических решёток и различным характером *синергетических связей* (формой взаимодействия атомов в решётках).

Противоречие в формулировке указанного определения системы может быть снято небольшим, но существенным его уточнением, а именно, если в него добавить одно единственное слово: «система – это целое, большее суммы его *материальных* частей».

Действия *информационной* и *синергетической* составляющих прослеживаются на примере окружающих нас систем.

Например, материальные части, из которых состоит самолёт (и каждая из которых тяжелее воздуха), могут взлететь в небо только при двух условиях: во-первых, если они будут изготовлены согласно нужных форм и размеров нужного материала и собраны строго в определённом порядке (реализуется *информационное* начало); во-вторых, если они начнут взаимодействовать между собой, в частности, двигатель начнёт толкать впе-

рёт всю конструкцию самолёта с нужной скоростью, создавая подъёмную силу крыльям (реализуется *синергетическое* начало).

Разгадав секреты *эмерджентности* системы (так учёные называют эффект возникновения её нового качества), мы оказываемся перед новой загадкой: а откуда берутся сами природные начала?

### 2.3 Таинство природных начал

Три природных начала – это еще и три таинства Природы. Начнём с первого. Всем известно, что вся природа постоянно находится в движении. Движение возможно только там, где есть источник энергии. И здесь нас ожидает загадка.

**Таинство энергии.** Как известно, любой носитель *энергии* рано или поздно теряет свой заряд, и движение сначала замедляется, а затем прекращается совсем. Однако этого не происходит в природе. Электроны, например, каким-то неведомым образом, постоянно самозаряжаясь, не падают со своих орбит на атомные ядра. А живые клетки биологических организмов неустанно ведут свою работу, делясь и поддерживая жизненно важные функции организма с первого момента его появления на свет. Жизнь на нашей планете не угасает ни на мгновение: лишь одни организмы передают эстафету другим. Где в просторах Мироздания находится та «батарея», сконструированная по принципу вечного двигателя, которая каждый раз заново заводит пружину движения? Истоки *материально-энергетического начала*, обуславливающего движение материи в Природе, и есть первое таинство природы.

**Таинство памяти.** А разве не является таинством происхождение *информации*? Информация (цвет, запах, форма, способность изменяться) – это то, что отличает один предмет от другого. Она формируется разницей энергетических потенциалов системы, закреплённых её *памятью*. Например, особенности поведения каждого человека (личности) фиксируются памятью его мозга. Генетическая информация об особенностях строения живых организмов хранится (записана) на специальных молекулах в клетках организмов. Механизмы упомянутых систем памяти хранят немало тайн. Феномен *памяти* фактически и является ещё одним таинством природы. В частности, кто может ответить: где и как элементарные частицы хранят информацию о стандартах своего поведения? Например, электрон «помнит» параметры как минимум двух констант природы – его *заряда* и *массы*, которые строго им выдерживаются. Где вообще у Природы запи-

сана информация о её законах, неукоснительно соблюдаемых природными сущностями?

*Таинство синергии.* И наконец, таинством являются истоки *синергетического* начала. Все природные сущности, независимо от того, где и как они появились на свет, в момент их возникновения изначально обретают способность к согласованному (с другими сущностями) поведению и объективную необходимость объединяться в системные целостные сущности более высокого (надсистемного) уровня. Так, частицы объединяются в атомы, атомы – в молекулы, молекулы – в клетки, клетки – в организмы, организмы – в популяции и экосистемы, люди – в общественные организации (семьи, предприятия, ассоциации, страны, межнациональные объединения).

Возможно, люди до сих пор не смогли бы разглядеть столь очевидного таинства Природы, если бы она (видимо, «отчаявшись» ждать «прозрения» своих питомцев) не явила его со столь очевидной наглядностью.

В начале 1950-х годов московский химик Б. П. Белоусов в ходе опытов, можно сказать, случайно получил странную реакцию, раствор в которой вёл себя, как живой организм. Он удерживал своё устойчивое состояние, сопровождавшееся сменой, периодически повторявшихся цветов. Реакция, которая впоследствии стала хрестоматийной и получила название «химических часов», могла продолжаться днями. Столь необычное явление и стало следствием как раз действия *синергетического* начала. Молекулы химических веществ, лишь только достигались их нужная пропорция и необходимые физические условия, начинали проявлять согласованное поведение, объединяясь в единую химическую систему (Ягодинский, 1985).

Чтобы возник синергетический эффект, необходимо наличие, как минимум, трёх условий.

Во-первых, части, образующие систему, должны обладать *энергетическим потенциалом*, чтобы совершать работу (двигаться, взаимодействовать, корректировать свое поведение под изменяющиеся условия внешней среды (надсистемы и поведение других частей) и других частей (подсистем), образующих систему.

Во-вторых, должна существовать *информационная основа* взаимодействия этих отдельных частей (наличие у них *памяти* для считывания внешней и внутренней информации, *коммуникационные каналы* передачи информации, понятный для частей *язык* кодировки и декодировки информации при общении и взаимной передаче информации и т.п.).

В-третьих, совместно существовать частям должно быть *выгоднее*, чем врозь.

При этом следует обратить внимание, что, говоря о всех трех условиях, мы предполагаем не только системы, формируемые живыми организмами, но и те, которые возникают в ходе взаимодействия сущностей, считааемых неживыми.

Каким образом удаётся соблюдать эти условия, «оценивая», «запоминающая» и «переговариваясь», так называемым *неживым* природным сущностям (например, частицам, атомам, молекулам)? – очередная загадка природы.

Говоря о таинствах природных начал, хочется провести параллель с Ипостасями Божественной Троицы. Согласно богословских трактатов, каждая из них также является таинством.

## 2.4 Реализация триалектического системообразующего феномена

На основании сказанного можно сделать вывод, что природа любой из систем, которые окружают нас (скажем, молекулы, растения или предприятия), *триалектична*. С одной стороны, это – *материальная сущность*, с другой – *информационная программа*, с третьей – продукт *согласованного взаимодействия* других систем (подсистем) природы.

Как *материальный объект*, система способна накапливать и расходовать энергию, выполнять работу.

Как *информационная программа*, она самоорганизуется себя, воспринимая и перерабатывая информацию внешней среды, воспроизводя собственную; при этом она управляет процессами своего формирования, функционирования и развития.

Как *синергетический* продукт, система формируется в процессе взаимодействия, а значит, взаимной подгонки и корректировки поведения, во-первых, её собственных подсистем, а во-вторых, данной системы с другими подобными ей системами под условия их надсистемного уровня.

Так, птицы корректируют свой полет под траекторию полета стаи, в которой они летят. А каждый объект на нашей планете, по выражению А. Л. Чижевского, несет информацию обо всем космосе, реагируя на процессы, происходящие вне Земли (Чижевский, 1973).

Невозможно сказать, что в системе важнее: *материальное, информационное* или *синергетическое*, так как одно неотделимо от другого. Если бы не было *материального*, системе не из чего было бы себя формировать. Если бы не было *информационного*, системы вообще не могли бы возникнуть, а существовал бы аморфный однородный хаос. Именно информаци-

онная программа каждой системы, во-первых, формирует упорядоченный механизм её функционирования, а во-вторых, делает её уникальной, отличимой от других систем.

Например, формируя себя из одинаковых атомов и молекул, все живые существа, тем не менее, отличаются друг от друга. На нашей планете нет двух совершенно идентичных биологических существ. Впрочем, вполне возможно, что принцип неповторяемости касается не только живой природы. Может быть, нам только кажется, что атомы и молекулы одинаковы. Существует гипотеза физиков, что все частицы, атомы, молекулы – как и сущности живой природы: растения и животные – также уникальны, т.е. неповторимы (Физический, 1995). Тогда мы имеем дело с бесконечным информационным многообразием не только в мире живой природы, но и на уровне микромира.

Если бы не было *синергетического* (т.е. конкретного взаимодействия между собой отдельных частей), ни одна система как единое целое так и не образовалась бы, хотя существовали бы для неё все необходимые предпосылки, в частности, строительные блоки и чертёж их взаимной увязки. Это – как в футболе: мало набрать игроков высокого класса и нарисовать им тактические схемы – нужно, чтобы игроки научились воплощать их в жизнь, взаимодействуя друг с другом. Иногда на это уходят месяцы, а то и годы напряжённых тренировок.

И формировать, и разрушать систему можно, воздействуя на каждую из упомянутых составляющих, а также на весь триединый механизм воспроизводства системы в целом. Сказанное можно проиллюстрировать на примерах различного вида систем.

**Экосистема.** Улучшению состояния экосистемы могут способствовать действия по направлениям:

- *материального* количественного наращивания растений и животных в экосистеме;
- *информационного* улучшения состояния экосистемы (улучшение качественного состояния биологических видов, оптимизация видовой структуры экосистемы);
- *синергетического* совершенствования (видовых и межвидовых коммуникаций);
- совершенствования целостного *механизма самоорганизации* экосистемы.

Экосистема будет *деградировать* и постепенно *разрушаться*, если перечисленные действия будут осуществляться как бы с обратным знаком. То есть: 1) будут уничтожаться растения и животные; 2) будет ухудшаться качественное состояние биологических видов из-за болезней или по другим причинам, будут нарушаться оптимальные пропорции видового со-

става экосистемы; 3) будут блокироваться видовые и межвидовые коммуникации; 4) нарушится механизм самовоспроизводства экосистемы.

**Предприятие** создаётся посредством формирования его главных основ:

- *материальной* (основного и оборотного капиталов);
- *информационной*; обеспечивает алгоритмы (технологии), по которым предприятие осуществляет свою производственную и торговую деятельность, а также управляет ими;
- *синергетической*; обеспечивает реализацию связей внутри и вне предприятия;
- *целостного потенциала* воспроизводства трёх перечисленных основ.

Предприятие будет *деградировать*, если процессы будут идти в обратном порядке: 1) износ основного капитала будет недоамортизироваться, будет снижаться оборотный капитал и интенсивность его оборота; 2) информационные алгоритмы оперативной деятельности и управления на предприятии будут неадекватны во времени и пространстве; 3) ухудшится взаимодействие звеньев на внутри- и внешнехозяйственных уровнях; 4) будет блокироваться самовоспроизводственный механизм предприятия.

Простая констатация основных направлений действия триалектического механизма, тем не менее, не позволяет ответить на многие вопросы, связанные с функционированием и развитием систем. Например, почему самые блестящие идеи, направленные на развитие той или иной системы могут оказываться несостоятельными при воплощении их в жизнь? Или: почему деньги, вложенные в самое совершенное оборудование на предприятии могут оборачиваться значительными убытками и вести к его банкротству? Чтобы приблизиться к ответу на подобные вопросы, попытаемся глубже вникнуть в вопросы взаимодействия сущностных начал.

## 2.5 Закон триединой гармонии

Мы убедились, что и формировать, и разрушать систему можно, воздействуя на основные составляющие её триединого воспроизводственного механизма. Но есть одна тонкость. Она заключается вот в чем.

Чтобы *разрушить* систему, существует много путей, и каждый путь «хорош» по-своему. Одни ведут к быстрому, катастрофическому разрушению системы. Другие – более мягкие и завуалированные – разрушают систему медленно и незаметно.

Если же стоит цель формирования системы, то при всем многообразии возможных подходов для этого, существует только один путь, который является наиболее *эффективным*. Любое отклонение от этого пути начи-



нает резко увеличивать издержки, связанные с функционированием системы, а значит, снижать эффективность отдельных процессов, протекающих в системе и возможности её прогрессивного развития.

Для *экономических систем* это будет означать снижение эффективности вложения ресурсов и денежных средств. Например, нет смысла на предприятии тратиться в увеличение функциональных возможностей компьютеров, повышая их быстродействие и объем памяти (что всегда обходится очень недёшево), если не существует программного обеспечения для реализации дополнительных возможностей.

Но даже, если средства будут вложены в совершенствование и первого, и второго (т.е. в материальную часть и программное обеспечение компьютеров), деньги уйдут на ветер, если на предприятии не окажется людей, способных использовать дополнительные преимущества. В этом случае совершенная база обработки информации превратится в дорогостоящую бесполезную игрушку.

Впрочем, даже наличие квалифицированных специалистов не решает проблемы. Все вышеперечисленные меры окажутся лишними, если на предприятии не существует задач, требующих компьютерной оптимизации *информационного алгоритма* принимаемых решений или его синергетической основы (внутрихозяйственных или внешнехозяйственных связей).

В свете сказанного, может быть сформулирован **закон максимальной отдачи действия триединых природных начал**. *Максимальной эффективности система достигает тогда, когда каждая из групп факторов триединого механизма формирования системы (материальная, информационная и синергетическая) соответствует целям и задачам её функционирования*. В этом случае достигается и *взаимное соответствие* трёх сущностных начал.

Например, автомобиль должен соответствовать дороге, по которой он движется, дорога – автомобилю, а то и другое – пропускной способности транспортной магистрали. Всё вместе же должно отвечать задачам реализации социально-экономических связей в регионе. При этом транспортное средство можно считать аналогом материально-энергетического потенциала, дорогу – аналогом информационной программы его реализации, а коммуникационные связи – аналогом синергетической основы. В целом это формирует то, что мы называем транспортной системой. Бессмысленно наращивать потенциальную скорость автомобиля до 180 км/час, если ему предстоит передвигаться по бездорожью или в бесконечных пробках и заторах. Нет смысла тратиться на строительство суперскоростной автомагистрали, если технические характеристики автомобилей или уровень организации дорожного движения не позволяют развивать скорость более 80 км/час. Как афористично выразил эту мысль

М. Жванецкий: «Какая разница, в какой машине стоять в пробке». И наконец, зачем вообще строить дорогу между населёнными пунктами, если нет нужды живущим в них людям общаться между собой, и не возникает потребности реализовать свои социальные или экономические связи.

За миллионы лет эволюции природа смогла достичь в каждом из своих творений идеальное сочетание природных начал. Технологическим системам, создаваемым человечеством, увы, пока далеко до такого совершенства. Одной из причин этого, которая отчётливо проявилась на «излёте» индустриального общества, является несовершенство информационной и синергетической основ технических и организационных систем. Накопленный человечеством колоссальный энергетический потенциал оказывается практически избыточным, непродуктивно рассеиваясь из-за чрезвычайно низких к.п.д. технических систем и ужасающе высоких потерь на «стыках» (в транзакциях) – между звеньями экономической системы.

Логика эволюции человечества в его продвижении к информационному обществу обнаруживает тенденцию совершенствования именно указанных «узких мест», т.е. *информационного алгоритма* управления процессами производства и потребления продукции (в том числе, системы постановки целей, технологического обеспечения, мотивации и др.), а также *синергетической основы* (в том числе связей, коммуникаций, отношений, пр.) функционирования экономических систем.

## ГЛАВА 3. СОДЕРЖАНИЕ РАЗВИТИЯ

### 3.1 Понятие о развитии

**Необходимые признаки развития.** С понятием развития ассоциируются прежде всего процессы изменения систем.

Согласно энциклопедическому определению, *развитие* – *необратимое, направленное, закономерное* изменение материальных объектов (организм, экосистема, предприятие) и идеальных предметов (язык, культура, религия) (Философский, 1983; Філософський, 2002). (Следует, правда, заметить, что последние не способны существовать и развиваться без своих материальных носителей, то есть людей). Только одновременное наличие трех указанных свойств выделяет процессы развития среди других изменений.

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.

Наиболее ярким примером необратимых процессов является выдавливание пасты из тюбика. К тому же классу явлений относятся: поток водопада, остывание плиты, намагничивание железа и т.п. Вернуть в исходное состояние указанные системы можно, лишь дополнительно *приложив* 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 (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. Например, 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 молодежи, 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 (Пригожин и др., 2005)

При необратимости система как бы «забывает» своё старое состояние и «запоминает» новое. При этом ею полностью утрачивается возможность вернуться к старому.

В частности, если экономика страны переходит на новые виды продукции и новые технологии, старые производственные мощности демонтируются – экономика их как бы «забывает». Вместе со старым оборудованием и оснасткой ликвидируются и носители старой памяти. Теперь, если страна и захочет массово вернуться к старому, то быстро не получится.

Попробуйте, например, сейчас снова вернуться от цифровых к химическим технологиям производства фото- и кинопродукции. Для этого просто отсутствуют технические возможности – всё то, что обеспечивало старые технологии. Фотоплёнка с фотопроявителями и закрепителями осталась только в музеях да у некоторых специалистов-профессионалов. Туда же – в музей – ушли пишущие машинки, мощности по производству и проигрыванию грампластинок, магнитных лент, а также кассет и даже устройства для использования ещё недавно массово производимых компьютерных дискет.

Так экономика «забывает» своё прошлое, обеспечивая *необратимость* будущего. Место освободившихся производственных пространств занимают *носители новой «памяти»* – мощности по производству новой продукции и новые технологии, обеспечивающие их работу.

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

Для прогрессивного развития системы чрезвычайно важно, чтобы тренд (т.е. тенденция, вектор) изменения состояния системы совпадал с направлением, которое наилучшим образом позволяет выполнять её основную функцию. Если речь идет о живой системе, то это направление

должно соответствовать продвижению к главной цели существования системы (например, доминированию в экономической нише).

Главная цель большинства *экономических субъектов* связывается в воображении людей с получением прибыли. И это действительно так. Однако не следует забывать, что финансовый результат деятельности предприятий является следствием достижения многих других целей. Умелые руководители могут их искусно ставить и координировать в пространстве и времени, часто вопреки краткосрочным финансовым выгодам. Последние могут приноситься в жертву ради обеспечения стабильных долгосрочных экономических (в том числе и финансовых) результатов деятельности.

Среди упомянутых стратегических целей можно назвать:

- создание положительного имиджа фирмы;
- продвижение собственной продукции на определенные сегменты рынка;
- получение конкурентных преимуществ, повышение эффективности производства;
- повышение качества продукции;
- повышение технологического уровня производства;
- внедрение в производство новых видов товаров и т.п.

Степень достижения указанных целей в конечном счете и будет определять направленность развития данной экономической системы, а вместе с тем формировать предпосылки, из которых будет вырастать конечный финансовый результат.

*Необратимость* и *направленность* тесно связаны между собой, хотя и имеют разные функции. Необратимость ограждает систему от произвольного «скатывания» в предыдущее состояние, направленность же предполагает, что изменения идут в определённом направлении – согласно вектора цели.

Необратимость в сочетании с направленностью могут в значительной степени ускорить развитие системы. При этом необратимость информационно – посредством обратных связей – закрепляет происходящие изменения, ликвидируя возможности системе вернуться в прежнее состояние. Так альпинист, продвигаясь по вершине и закрепляясь, каждый раз страхует себя от скатывания вниз. Направленность придает изменениям наиболее эффективный характер: предотвращает непродуктивные затраты энергии от бесцельных «шатаний» из стороны в сторону. Тот же альпинист будет двигаться быстрее, если выберет наиболее рациональный маршрут следования.

Для экономического развития страны направленность может обеспечиваться концентрацией ресурсов на достижении наиболее актуальных це-

лей. Для страны такими целями могут быть не только увеличение ВВП, но и более справедливое перераспределение национального дохода, снижение бедности в стране, повышение благосостояния значительного количества людей. Чрезвычайно важными целями также являются: информационно ориентированная реструктуризация экономики, увеличение экспортного потенциала, снижение удельного веса «бурых» секторов, то есть тех, которые ориентируют на переработку невозобновимых природных ресурсов. К таким секторам относятся: металлургия, химическая промышленность, традиционная энергетика, использующая ископаемые топливные ресурсы. Соответственно стимулируется увеличение доли «зелёных» отраслей, ориентирующихся на использование возобновимых природных ресурсов. Это лесоведение, рекреация, «зелёная» энергетика, органическое сельское хозяйство, информационно-коммуникационные технологии, креативная экономика, активизирующая различные виды творчества.

**Закономерность** – свойство системы соответствовать определенным законам. 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 (Философский, 2003; Популярная, 2001).

**Закономерность** гарантирует, что изменения будут соответствовать причинно-следственным связям. Это значит, что при одних и тех же условиях изменения системы будут происходить строго определенным образом, то есть каждый раз одинаково. Иными словами, из одних и тех же причин при одних и тех же условиях (что существенно!) всегда будет вытекать одно и то же следствие. В качестве подобного следствия может рассматриваться именно состояние системы. Одинаковая цепь изменений при одинаковом исходном состоянии системы должна неизменно приводить к одинаковому ее конечному состоянию.

При этом будущее системы будет зависеть от её прошлого состояния и предпосылок, созданных этим состоянием.

Например, в какой-то момент времени для пользы развития страны окажется целесообразным приватизировать ряд предприятий. Если в стране до этого существовала частная собственность (люди знают, как обращаться с имуществом), накоплен опыт эффективного менеджмента, сформированы нравственные устои жизни в обществе и много чего ещё, то приватизация определённых объектов экономики может привести к хорошим результатам. Попав в частные руки, средства производства станут использоваться более эффективно. Если же всего этого нет, то результаты приватизации, скорее всего, будут плачевны. Приватизация станет средством не повышения эффективности функционирования производственных активов, а их разграбления, после чего эффективность их ис-

пользования резко снизится. Для разных систем и первый, и второй результат будет *закономерными*, так как будут зависеть от их прошлого.

Одни и те же семена, попав в разную почву, развиваются по-разному... Воздействующие на систему внешние факторы можно сравнить с семенами, а те методы, которые «помнит» система для их воспроизводства, – с почвой. Система воспринимает лишь те заносимые в неё из внешней среды инновации, к развитию которых готова её память. Иные «семена», говоря образно, в ней «засыхают».

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

**Достаточные признаки развития.** Кроме *необходимых* признаков развития, можно выделить *достаточные* признаки. Вместе они образуют общую понятийную основу феномена развития. Среди достаточных признаков можно назвать *упорядоченность*, *случайность*, *неопределенность*, *самоорганизацию* (рис. 3.1). Сам термин «развитие» уже несет определенную смысловую нагрузку, сознательно или подсознательно заложенную в него носителями языка. Именно в этом подтексте «прочитываются» указанные достаточные признаки.

**Упорядоченность процессов.** Хотя развитие не всегда сопряжено только лишь с прогрессивными изменениями (иногда – в чем убедимся ниже – оно может идти и по регрессивному, затухающему сценарию), 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 систему к краху, однако, как правило, при этом предполагается упорядоченный, относительно плавный, а не хаотичный, деструктивный процесс.

**Случайность и неопределенность.** Понятие развития в значительной мере связано со *стохастичностью* (т.е. случайностью) и *неопределенностью*, которые при любых усилиях никогда не могут устраниться полностью. Это объясняется тем обстоятельством, что изменения, обуславливающие развитие, в значительной мере являются *случайными* (ведь инновации в большинстве своем носят случайный характер) и *уникальными*, то есть такими, аналогов которым не было в прошлом.

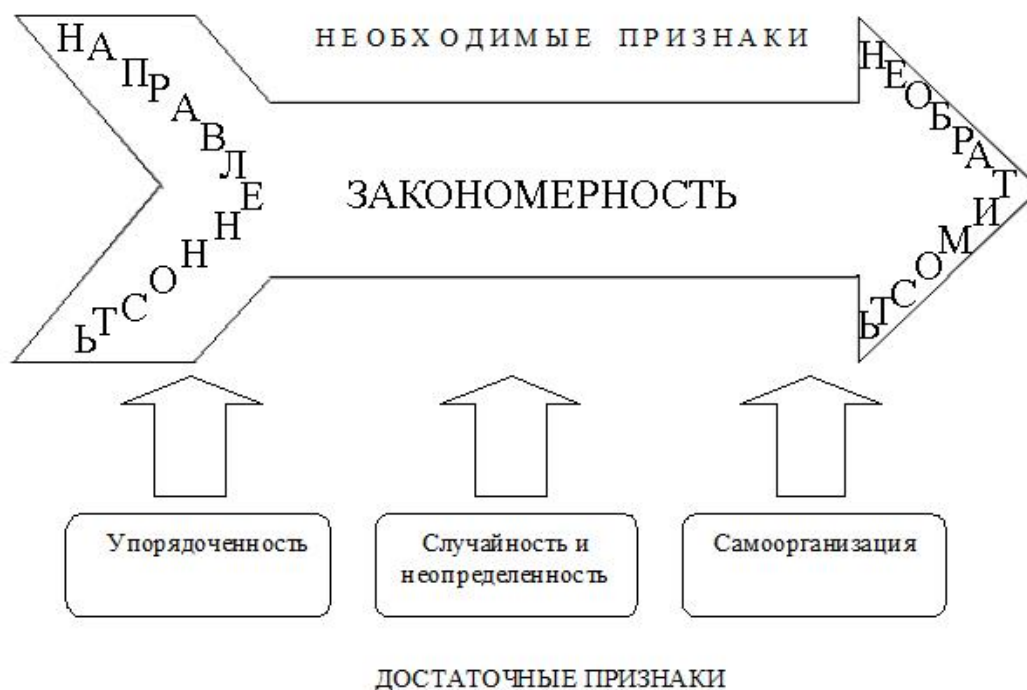


Рис. 3.1. Признаки феномена развития

В экономике случайность и неопределенность ассоциируются с таким коротким, но чрезвычайно ёмким словом, как *риск*.

**Самоорганизация.** Развитие предполагает изменения системы вследствие ее внутренней деятельности. Как правило, глагол «развивать» употребляется с возвратной частицей «-ся». Таким образом, процессы развития систем предусматривают, в первую очередь, активную роль внутренне присущих системе механизмов её самоорганизации.

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 как бы поведение системы с более активной ролью координирующего субъекта, который находится опять-таки внутри нее самой.

В полной мере признаки развития относятся и к *экономическим системам*. Если, благодаря эффективной деятельности и за счет полученного



от этого дополнительного дохода, предприятие создает новые мощности и модернизирует существующие, то это свидетельствует о развитии предприятия, которое заботится о совершенствовании своих подразделений. Если ж указанные процессы происходят на государственном предприятии, и средства на это выделяет из госбюджета страна, это свидетельствует о развитии именно страны, которая старается создать предпосылки для развития принадлежащих ей предприятий.

С учетом вышеприведенных уточнений определение *развития* можно сформулировать следующим образом:

*развитие* – *необратимое, направленное, закономерное* изменение состояния системы на основе реализации механизмов ее *самоупорядочения* и *самоорганизации*, которые происходят в процессах адаптации системы к *случайным, неопределенным* изменениям во внешней среде.

**Направления развития.** Можно говорить о трех разных векторах, характеризующих направленность процессов развития. Учитывая это, направления развития могут быть названы:

- *прогрессивным* (предполагает последовательное *улучшение* состояния системы);
- *стабильным* (предполагает стабильное, т.е. относительно *устойчивое* динамическое состояние системы);
- *регрессивным* (предполагает последовательное *ухудшение* состояния системы).

### 3.2 Понятия упорядоченности и порядка

Теперь попытаемся ответить на вопрос: что значит *улучшить* или *ухудшить* состояние системы? Иными словами, необходимо идентифицировать количественные критерии восходящей или нисходящей траектории развития системы. Ответить на этот вопрос и просто, и очень сложно.

Просто – потому что критерий *прогрессивности* развития системы можно сформулировать одной единственно фразой – *повышение упорядоченности системы*.

Однако в то же время идентифицировать количественные критерии *упорядоченности* и чрезвычайно сложно. Ведь *упорядоченность* системы обусловлена значительным количеством факторов, которые постоянно изменяются во времени и в пространстве.

Обычно в расхожей лексике используется термин, родственной понятию упорядоченности – *порядок*. Как правило, под ним понимают уровень упорядоченности системы, достаточной для выполнения определённых функций.

**Порядок**, по всей вероятности, может быть определен как *наличие условий для устойчивых* (т.е. продолжающихся относительно продолжительный период времени) *направленных изменений*. Подобными изменениями могут быть: механическое движение, физические или химические трансформации, экономические процессы, пр. При этом сами изменения могут или происходить в реальной действительности, или быть потенциально возможными.

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 можно при надобности 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 существуют, как минимум, два условия: организационная структура *предложения* и экономический потенциал *спроса*. Последнее предполагает потребность (интерес) и платежеспособность покупателя (клиента).

Для возникновения в определенном месте пространства *порядка* необходимы три условия.

Во-первых, необходимо наличие здесь энергетического (квазиэнергетического) *потенциала*, способного вызвать к жизни какие-либо изменения (движение).

Во-вторых, эта часть пространства должна быть определенным образом *информационно организована*. Иными словами, необходим информационный алгоритм реализации энергетического потенциала, чтобы придать возникшим изменениям устойчивый направленный характер.

В-третьих, отдельные части пространства должны быть объединены эффектом *синергетизма* в единую целостную систему (рис. 3.2).

**Материальная упорядоченность** обеспечивает способность системы совершать работу, предполагает формирование энергетических (квазиэнергетических) потенциалов, обеспечивающих реализацию силовых функций.

*Потенциал* (от лат. *potentia* – сила) – это наличие у определенного объекта (точки, системы) физико-химических или иных свойств (уровня высоты, давления, температурных характеристик, электромагнитной заря-

женности, экономических качеств, пр.), создающих возможность выполнить работу.

Поскольку любой объект обладает тем или иным энергетическим (квазиэнергетическим) 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 источником движущей силы изменений.

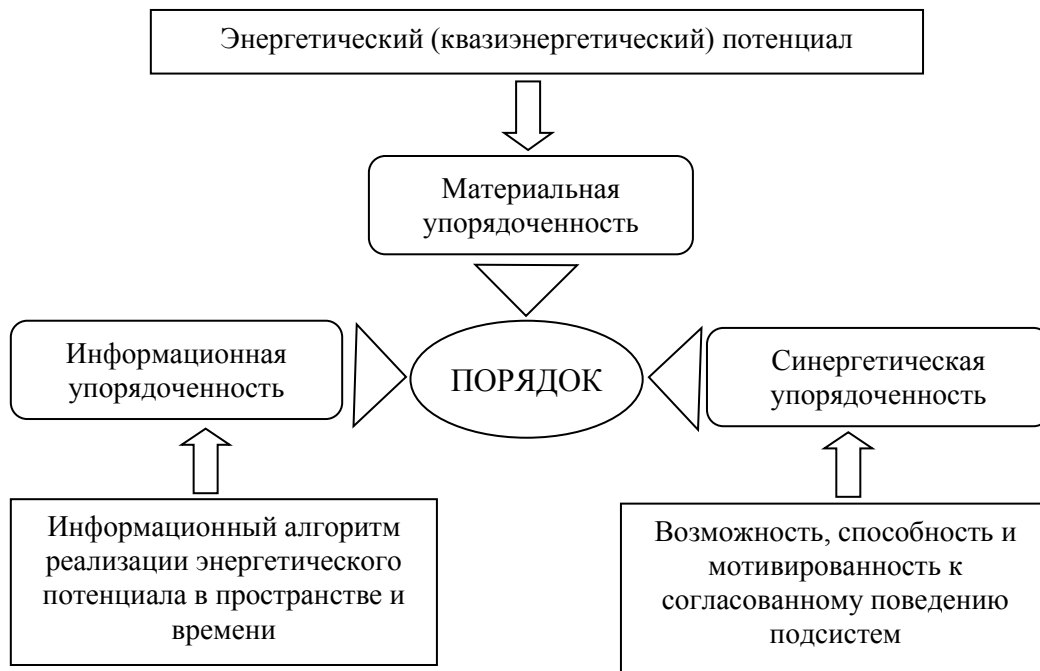


Рис. 3.2. Необходимые предпосылки порядка

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; 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.

*Упорядоченность* системы в *пространстве* обеспечивается ее структурой. Под структурой (от лат. *structura* – «строение, расположение, поря-

док») обычно понимают расположение в пространстве отдельных частей системы относительно друг друга и совокупность устойчивых связей между ними.

*Упорядоченность во времени* предполагает взаимную последовательность и продолжительность отдельных процессов, определяющих динамику воспроизводства любой природной или антропогенной сущности или явления

***Синергетическая упорядоченность*** предполагает характер связей (в том числе, время и издержки реализации) между подсистемами внутри самой системы и между данной системой и другими системами. Для реализации явления синергетизма необходимо, чтобы в системе проявились как минимум три группы предпосылок: а) отдельные части системы должны иметь материальную и информационную *свободу* (т.е. физическую возможность и отсутствие информационных ограничений) реагировать на изменение внешней среды; б) между отдельными частями системы должны действовать *коммуникационные контакты* (стандарты-правила совместного поведения, язык-код взаимного общения, коммуникационные каналы для реализации связей, пр.); в) должна присутствовать взаимная *выгода* согласованного поведения.

***Беспорядком (хаосом)*** логично назвать состояние, противоположное *порядку*, т.е. *отсутствию условий для устойчивых направленных изменений*.

Это может происходить в трех случаях: Во-первых, если *отсутствуют энергетические потенциалы* 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. В экономике подобная ситуация наступает, если у экономических субъектов на руках – одинаковое количество товаров и денег, а значит, нет потребности в обмене. При отсутствии потенциалов отсутствует и движение.

Вторая причина может возникать, если существуют импульсы изменений (потенциал), но *отсутствуют информационные предпосылки* их упорядоченности (устойчивости и направленности). Примером является «броуновское движение». Это происходит, если вектор (направление) действия потенциала постоянно изменяется.

И, наконец, третья причина возникновения *хаоса* связана с *блокированием синергетических связей*. В свою очередь, это может происходить в одном из трех случаев: а) если подсистемы не имеют достаточной степени свободы адекватно реагировать на происходящие изменения; б) если отсутствуют воспринимаемые подсистемами «правила игры», «язык обще-

ния» и коммуникации; в) если подсистемам в силу каких-либо обстоятельств не выгодно кооперативное (согласованное) поведение.

Причины *хаоса* (беспорядка), следовательно, можно выразить следующим образом:

- 1) отсутствие *энергетических потенциалов* движения;
- 2) отсутствие *информационного алгоритма* реализации энергетических потенциалов;
- 3) блокирование *синергетических связей*.

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 (в представлении большинства людей) – это пробки и аварии на дорогах, потасовки на стадионах, бессистемный шум в аудиториях. Подобное явления, обусловленные отсутствием *информационной упорядоченности*, – тоже признаки хаоса. Точнее, первый шаг к полному хаосу, означающему вечный покой, – начало пути, ведущего к бессмысленной потере энергии обществом, росту его энтропии.

Но к хаосу могут вести и явления иного рода, когда, например, люди, участвующие в выполнении совместной задачи, перестают (не могут или не хотят) понимать друг друга. Именно это произошло в библейской притче о строительстве Вавилонской башни, когда люди стали говорить на разных языках.

«Равновесный порядок» и «упорядоченное движение» – как близки по звучанию эти понятия. Но как полярны по смыслу их содержания! Первое символизирует путь деградации, второе – дорогу к развитию и прогрессу.

Очень ёмко характерные особенности порядка выразил и Илья Пригожин и Изабелла Сенгерс: «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)... Верно и обратное утверждение: атомы, образующие кристалл, колеблются вокруг своих равновесных положений, причем колеблются несогласованным образом. С точки зрения *мод колебаний* (теплового движения), кристалл неупорядочен» (Пригожин и др., 2005)

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

### 3.3 Диалектика процессов самовоспроизводства и саморазрушения систем

**Понятие об энтропии и саморазрушении систем.** При организации своей деятельности человек вынужден учитывать один неоспоримый факт: любые объекты материального мира неизбежно подвержены процессам *саморазрушения*. Используя более строгую научную терминологию, можно сказать, что происходит *самопроизвольное увеличение степени внутренней неупорядоченности системы*.

Вспомнив о триедином механизме взаимодействия природных начал при формировании систем, можно сказать, что процессы саморазрушения системы затрагивают все три упомянутые составляющие: *материальную, информационную и синергетическую*.

В частности, на предприятии могут происходить такие неблагоприятные изменения:

- 1) выйдет из строя часть технических средств, производственных участков, подсистем, отдельных исполнителей;
- 2) ухудшится качество работы технических средств, подсистем, исполнителей, будет утрачена часть выполняемых ими функций;
- 3) нарушатся (ухудшатся) связи между отдельными рабочими местами, производственными участками, отдельными исполнителями; в результате процесс взаимодействия между ними потребует большего времени или больших затрат труда, ресурсов, средств; ряд необходимых работ (выполнявшихся до этого без проблем) окажутся неосуществимыми.

Меру внутренней неупорядоченности системы принято называть *энтропией* (А. Л. Больцман даже назвал энтропию *мерой беспорядка*). Соответственно, процесс увеличения меры внутренней неупорядоченности системы сопровождается *ростом энтропии*, или *производством энтропии*.

Причиной неотвратимого роста энтропии (а попросту говоря, саморазрушения систем) является необратимое рассеивание энергии, называемое её *диссипацией*.

Наиболее ярким примером данного процесса является самопроизвольное охлаждение нагретых утюга или чайника. Оно будет продолжаться до тех пор, пока температура этих предметов не сравняется с температурой окружающей их среды. Для человека данные предметы представляют ценность именно в нагретом виде. Но, увы, сохранять долго такое свое состояние они не могут. Как только прекращается их нагрев, сразу же наступает самопроизвольная утрата утилитарного (т.е. наиболее полезного) состояния данных предметов. Данный процесс можно рассматривать как самопроизвольное снижение упорядоченности среды обитания человека и квалифицировать как *рост энтропии* в данной системе.

Именно этот процесс – самопроизвольного выравнивания энергетических потенциалов различных объектов и систем является в природе более естественным, чем обратный, когда энергия начинает спонтанно концентрироваться где-то в одном месте, создавая разницу потенциалов. Вряд ли кто-либо, находясь в здравом уме, может надеяться, что утюг без подключения его к сети ни с того ни с сего самопроизвольно нагреется.

Существование любых материальных объектов: от элементарных частиц до космических тел и образований – есть не что иное, как поддержание разности их потенциалов с внешней средой. По мере выравнивания энергетических потенциалов различных частей природного пространства начнут исчезать и объекты материального мира. Как только все элементарные частицы станут заряжены одинаково – исчезнут атомы, а с ними – молекулы и химические элементы, клетки и живые организмы... Об остальном говорить не приходится.

Таким образом, необратимое рассеивание (диссипация) энергии является неизбежным спутником процессов саморазрушения системы (роста её энтропии). Наверное, не случайно в физике *энтропия* определяется как *мера необратимого рассеивания энергии*.

Чем большую часть составляет доля энергии, которую система необратимо рассеивает (диссипирует) во внешнюю среду, тем меньше остается у системы энергии, которую она может расходовать (*высвободить* – отсюда и её название) для выполнения работы. В физике эта энергетическая составляющая была названа *свободной энергией*. При росте энтропии в системе свободная энергия в ней снижается.

Увы, рост энтропии закреплен неумолимым законом мироздания. В физике он сформулирован в виде второго начала термодинамики.

В упрощенной формулировке Р. Клаузиуса (1850) второе начало термодинамики звучит следующим образом: «тепло не может перетечь самопроизвольно от холодного тела к горячему». Развивая его, Клаузиус сформулировал знаменитое следствие второго начала о тепловой смерти Вселенной.

Анализируя вышеприведенные примеры, можно заметить ещё одну закономерность: более упорядоченное состояние (напр., нагретый уют или построенный дом) является менее вероятным состоянием системы (в частности, чем уют комнатной температуры и, соответственно, груда стройматериалов). И наоборот: чем менее упорядоченное состояние данной системы, тем более оно вероятно. Например, дом может рухнуть при землетрясении. Однако мы не можем представить себе природные катаклизмы, при которых он может самопроизвольно обрести своё отстроенное состояние из лежащих на земле стройматериалов, пусть даже и полностью укомплектованных.

Можно сказать и другое: чем менее вероятно состояние системы, тем больше требуется энергии, чтобы его поддерживать. Действительно, разрушение происходит самопроизвольно, для создания чего-нибудь полезного нужно прилагать усилия. Эта тенденция закреплена управленцами в афоризме: «все плохое происходит само собой – все хорошее надо организовывать».

В мире нет ничего вечного. Любые нагретые или заряженные тела рано или поздно охлаждаются или разряжаются, отдавая свою энергию среде. Организмы стареют, строения ветшают, машины изнашиваются, знания забываются, связи ослабевают, отношения рвутся. Мир, где исчезает разница энергетических потенциалов, превращается в безжизненное равновесное пространство.

**Самовоспроизводство систем.** У нас нет оснований подвергать сомнению второе начало термодинамики. Но таким же неоспоримым законом мироздания является то, что природа противостоит подобной всеобщей деструкции (или, как сказали бы физики, тепловой смерти Вселенной) процессами опережающего самовоспроизводства (самосозидания). Нобелевский лауреат Э. Шредингер на вопрос, чем питаются живые организмы, ответил: «отрицательной энтропией» (Шредингер, 2009). Фактически это означает, что живые организмы питаются способностью преодолевать процессы саморазрушения работой по собственному самовоспроизводству.

Тем же самым занимаемся и мы с вами, когда утром вносим в наши квартиры сумки с едой, а вечером выносим отходы. Постоянной самоорганизацией открытые стационарные системы пытаются не только восстановить произвольно нарушенный порядок, но и превзойти его своим дальнейшим ростом, совершенствованием, развитием. Этот процесс происходит и на более высоком уровне межсистемной организации. На месте отмирающих растений появляется новая, более буйная поросль, из ветшающих зданий люди переселяются в более комфортабельные, изношенные



машины заменяются более совершенными, уходящие цивилизации передают эстафету приходящим – более прогрессивным, способным лучше накапливать свободную энергию и информацию.

Этот антиэнтропийный потенциал природы почти полтора столетия назад смог разглядеть выдающийся украинский учёный С. А. Подолинский. В своей работе «Труд человека и его отношения к распределению энергии» он писал: «... Направленность мировой энергии к повсеместному уравниванию называется *рассеиванием энергии, или, по Клазиусу, энтропией*... При полном рассеивании температуры и других физических сил, т.е. насыщению химической однородности и т.д., не может проявляться никакого движения...

Однако, посмотрев вокруг себя, мы видим, что теперь подобного застоя нет. Количество солнечной энергии, которая превращается на земной поверхности в более преобразуемую энергию, несомненно, постепенно увеличивается. Количество растений, животных, людей теперь, безусловно, больше, чем была в эпоху первого появления человека. Много неплодородных мест обработаны и покрыты роскошной растительностью. Урожаи во всех цивилизованных странах выросли. Число домашних животных, а еще больше число людей значительно увеличилось...» (Подолинский, 2000).

Из этих двух процессов *саморазрушения* и *самовоспроизводства*, собственно, и складывается процесс развития природных и общественных систем. Когда созидательные процессы обгоняют разрушительные, происходит то, что называют таким ёмким словом – *прогресс*. В противном случае мы имеем дело с *регрессом*, или *деградацией*.

Ранее, говоря о триедином механизме взаимодействия природных начал, мы проводили параллель с Божественной Троицей. Анализируя взаимосвязь процессов производства и снижения энтропии, думается, уместно привести ещё одну параллель, взятую на этот раз из другого религиозного учения – индуизма. Вполне возможно, в функциях «тримурти» (триады: Браhma, Вишну и Шива) для данного учения древним исследователям удалось «разглядеть» ещё одну грань процессов развития материи. Эти три бога олицетворяют реализацию трёх основных функций: *создания (творения)*, *сохранения (поддержания)* и *разрушения (деструкции)* (Філософський, 2002).

Забегая наперед, скажем, что ведущая роль в этой непрекращающейся гонке созидания и разрушения принадлежит *информации*. Выигрывают системы, способные лучше *накапливать и закреплять информацию*. Собственно, прогресс и есть увеличение степени информативности систем.

### 3.4 Закономерности самоорганизации природы

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):

- *свободная (биогеохимическая) энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению;*
- *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.

Мы имели возможность не раз убедиться, что природа тщательно готовит все свои творения, начиная с нуля. Уникальная способность живого увеличивать упорядоченность природы планеты за счет снижения энтропии в определенном объеме пространства – тоже не исключение. Научные результаты *синергетики* показали, что живое получило это свойство уже апробированным на «структурах с кооперативным поведением» неживой природы.

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

Таким образом, у нас есть основания сформулировать закон, отражающий способность природы к самоорганизации: *в природе существует потенция к увеличению упорядоченности природных систем, которая проявляется в форме снижения уровня их энтропии и реализуется через самоорганизацию открытых стационарных систем.*

Нет, *открытые стационарные системы* не нарушили второе начало термодинамики, характеризующее явление саморазрушения природы. Более того, возможно, именно они породили это явление, начав процесс диссипации энергии, сопровождающий любые воспроизводственные про-

цессы. Но одновременно был рожден и другой закон – *Великий закон самоорганизации Мироздания*, к осознанию которого человечество подошло лишь к концу XX века.

Как заметили Илья Пригожин и Изабелла Стенгерс: «Законы природы более не противопоставляются идее истинной эволюции, включающей в себя инновации...» (Пригожин и др., 2005).

Таким образом, процессы *самовоспроизводства* и *саморазрушения* природных систем неразрывны с самого начала эволюции природы, действуя неразделимо в процессе воспроизводства любой системы (рис. 3.3).

Процессы развития *открытых стационарных систем* в конечном счете направлены на извлечение из внешней среды и накопление в определённом месте пространства и времени энергии и информации. Именно эти процессы условно могут быть названы *созиданием*. Но эти же процессы неизбежно сопряжены с деструкцией. Более того, можно сказать, они ее обуславливают. Ведь разрушить можно лишь появившийся порядок. Абсолютный хаос, или вечный покой разрушить нельзя, – его можно только прервать процессом созидания.

Диссипация энергии, т.е. ее безвозвратное необратимое рассеивание – это своеобразные отходы процессов созидания. Потеря энергии системой и есть процесс ее деструкции (разрушения). Фактически синонимами термина «диссипация энергии» являются: «производство (увеличение) энтропии», «снижение упорядоченности системы», «рост беспорядка в системе».

Именно по способности рассеивать (диссипировать) энергию можно отличить стационарные самоорганизующиеся системы от мертвых, застывших образований. Эти свойства дали основание нобелевскому лауреату И. Пригожину назвать стационарные системы «диссипативными структурами», или «структурами, производящими энтропию» (иными словами, беспорядок) (Пригожин, 2002).

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

Созидание порождает разрушение, спутником добра является зло. Любое строительство начинается с разрушения. Причем разрушается не только место будущего строительства, которое начинается с расчистки территории. К сожалению, процессы разрушения, инициированные строительством, этим не ограничиваются. Все стройматериалы добываются также 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 кооперативным поведением. Наши плодородные черноземы — это разрушенные остатки минувших экосистем. Даже несущий

жизнь кислород – это отходы жизнедеятельности сине-зеленых водорослей, которые в прошлом «отравили» таким образом атмосферу Земли и создали условия для развития ныне существующего биологического мира.

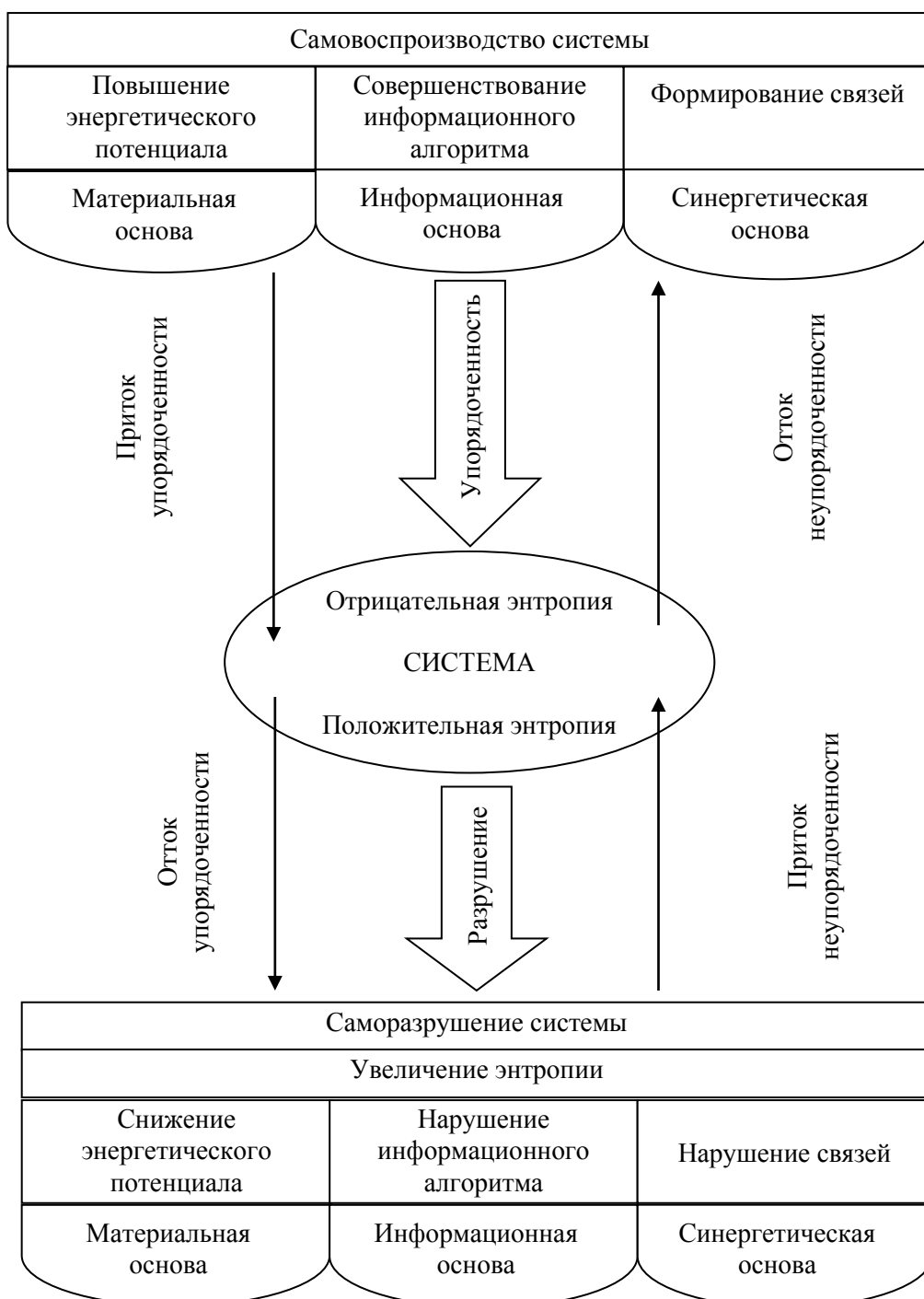


Рис. 3.3. Взаимодействие процессов самовоспроизводства и саморазрушения системы

Единство созидания и разрушения, воплощенное в образе вечного противодействия Добра и Зла, составляют целостную картину процесса под названием *развитие* природных систем, в котором мы все и живем.

### 3.5 Общенаучные основы процессов самоупорядочения систем

Научные открытия второй половины XX века значительно изменили представления человека об эволюции природы. Основная особенность этих открытий заключается в том, что они показали значительную роль процессов самоупорядочения открытых стационарных систем в трансформации материальной природы. В частности, была продемонстрирована закономерность многих явлений, происходящих в мире, в том числе возникновение жизни и социального развития человека.

Было доказано, что даже в неживой природе уже содержится потенция к *самоупорядочению* и устойчивому поддержанию гомеостаза. Еще недавно эти свойства считались основным «водоразделом» между живой и неживой природой. Это значительно контрастирует как с мнением материалистических детерминистов (одно следствие – из одной причины), согласно которому основной причиной зарождения жизни является случайное стечение обстоятельств (возникновение благоприятных физико-химических условий), так и с убеждениями идеалистических креалистов, предполагающих целенаправленное создание («креацию») конкретных биологических видов Творцом. Значительный толчок к формированию представлений о саморазвитии материальных систем дало становление науки *синергетики*.

**Синергетика** – область научных исследований, целью которых является выявление общих закономерностей в процессах образования, устойчивости и разрушения упорядоченных в пространстве и времени структур в сложных неравновесных системах различной природы (физической, химической, биологической, экономической и др.).

Наиболее знаменательным фактом, который фактически стал толчком 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 ана-

лога вечного двигателя: при смешении определенных реактивов возникает самоподдерживающаяся реакция, текущая очень долго, что внешне проявляется 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.

Ее автор Б. П. Белоусов занимался созданием антидотов, защищающих организм человека 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 референтов 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 его 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-х годах. Работая над новыми источниками света, Хакен исследовал механизмы кооперативных процессов, которые происходят в твердотельном лазере. Он выяснил, что частицы, составляющие активную среду резонатора, под воздействием внешнего светового поля начинают колебаться в одной фазе. В результате этого между ними устанавливается *когерентное*, т.е. согласованное взаимодействие, которое приводит в конечном итоге к их кооперативному, или коллективному, поведению (Хакен, 2003; Хакен, 2005).

Лауреат Нобелевской премии И. Р. Пригожин пришел к своим идеям в результате анализа специфических химических реакций, которые приводят к образованию определенных пространственных структур с течением времени при изменении концентрации реагирующих веществ. Вместе со своими сотрудниками он построил математическую модель реакций, подобно той, которая впервые экспериментально была изучена советскими учеными Б. Белоусовым и А. Жаботинским.

Теоретической основой модели стала нелинейная термодинамика, изучающая процессы, происходящие в неравновесных системах под воздействием флуктуаций. 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 (Пригожин, 2002). За исследования по термодинамике диссипативных структур И. Р. Пригожину была присуждена Нобелевская премия по химии.

Другой известный 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 жизни есть результат процесса 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. Предпосылки для осуществления такой *самоорганизации* макромолекул возникают вследствие взаимодействия системы со средой и обмена веществом и энергией, автокатализа, мутации и естественного отбора.

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 градиентов температуры) шестиугольных ячеек Бенара, названных по имени ученого, описавшего их еще в 1901 г. (Баранцев, 2005).

В. В. Юдин: «Это хорошо знакомое всем явление с позиций статистической механики совершенно невероятно. Ведь оно свидетельствует о том, что в момент образования ячеек Бенара миллиарды молекул жидкости, как по команде, начинают вести себя скоординировано, согласованно, хотя до этого пребывали в хаотическом движении. Создается впечатление, что каждая молекула «знает», что делают все остальные, и желает двигаться в общем строю. Классические статистические законы здесь явно не работают, это явление иного порядка. Даже если такая «правильная» и устойчиво «кооперативная» структура и образовалась бы случайно, что почти невероятно, то она тут же распалась бы. Но она не распадается при поддержании соответствующих условий (приток энергии извне), а устойчиво сохраняется. Значит, возникновение таких структур нарастающей сложности – не случайность, а закономерность» (Юдин, 2008).

Известны также возникновение тороидальных вихрей (вихрей Тейлора) между вращающимися сосудами, феномен саморегуляции метеопро-

цессов, обнаруженный в начале 1960-х годов Е. Лоренцом (Безручко и др., 2005), и даже явление саморегуляции химических микронных «флюидов» на мельчайших капельках воды (тумана), в результате чего над обработанным пестицидами полем повисает невидимый токсический туман (Виленский, 2000).

Олемской А. И. описывает даже «коллективное поведение» дефектов, определяющих пластичность твердых тел.

«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, 2009).

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.



## ГЛАВА 4. МАТЕРИАЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

### 4.1 Сущность и функции материально-энергетической основы

Как мы уже установили выше, любая система имеет материально-информационную природу, формируясь в единстве её материальной и информационной основ.

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

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

На уровне *производственного предприятия* – это материальные активы, 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 убедимся далее, одновременно являются и носителями информационной основы.

Материальная основа выступает в форме веществ (химических элементов и их соединений) или энергии. Как известно, вещество может переходить в энергию (именно это происходит с энергоносителями при их горении), а энергия – в вещество (подобным образом солнечная энергия способствует формированию материальной основы растений).

Любые изменения в системе могут объясняться двумя основными причинами: работой, которую проделывает система, и потерями, которые происходят в системе.

Первая причина изменений связана с *полезным расходом энергии*. Подобные процессы ведут к уменьшению энтропии системы. Такой процесс, в котором увеличивается упорядоченность системы, и можно считать осуществлением *работы*.

Вторая причина обусловлена естественными процессами *диссипации* (необратимого рассеивания) *энергии*. В результате этих процессов энергия бесполезно теряется, и возрастает энтропия системы. Иными словами, снижается упорядоченность системы, и начинаются процессы ее разрушения.

Процесс упорядочения системы – это итог изменений (движения) в системе, что в свою очередь, является результатом приложения энергии (квазиэнергии) – силы (рис. 4.1). Подробнее на определении категорий «движение», «работа», «сила» мы остановимся в следующем подразделе.

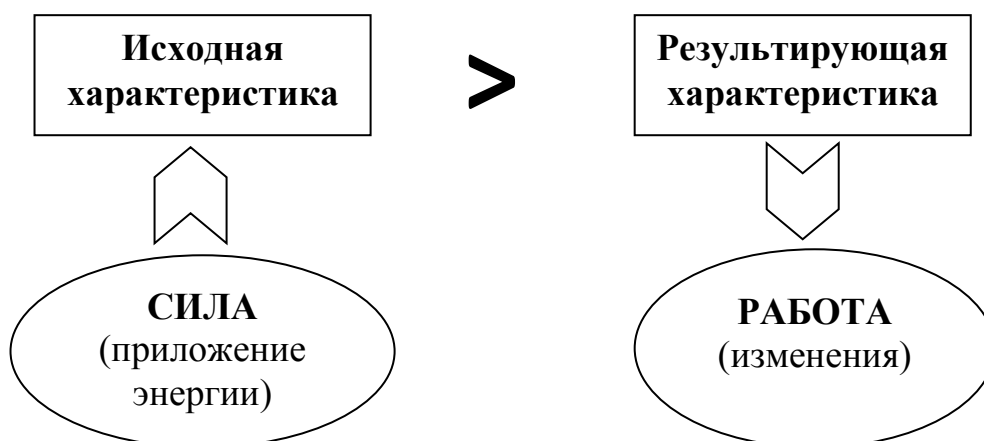


Рис. 4.1. Взаимосвязь исходной и результирующей составляющих энергетического воздействия

Следует, однако, сделать оговорку. Не всегда конечным итогом дополнительного приложения энергии однозначно является повышение упорядоченности системы. Необходима также эффективная информационная программа реализации энергетического потенциала. 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, *работой* можно считать не каждое *изменение* состояния системы, происшедшее в результате затрат энергии, а лишь то, которое увеличивает 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 в разделе 3, *порядок* системы обусловлен тремя основными факторами: 1) наличием энергетического потенциала; 2) информационной упорядоченностью системы; 3) синергетическим (согласованным) взаимодействием подсистем.

Таким образом, выполнение работы, связанное с повышением упорядоченности системы, обусловлено осуществлением трёх видов деятельности:

- увеличением энергетического потенциала системы;
- совершенствованием информационной упорядоченности системы;
- формированием и реализацией синергетических связей.

То, насколько величина выполненной работы зависит от информационного алгоритма реализации энергетического потенциала (вектора силы), можно убедиться из схемы на рис. 4.2. Работа, которую может выполнить один и тот же энергетический потенциал (сила), может различаться в разы в зависимости от информационного вектора реализации, потенциала.

Таким образом, величина выполненной работы зависит от двух факторов:

- приложенной силы;
- информационного вектора её реализации (вектора силы).

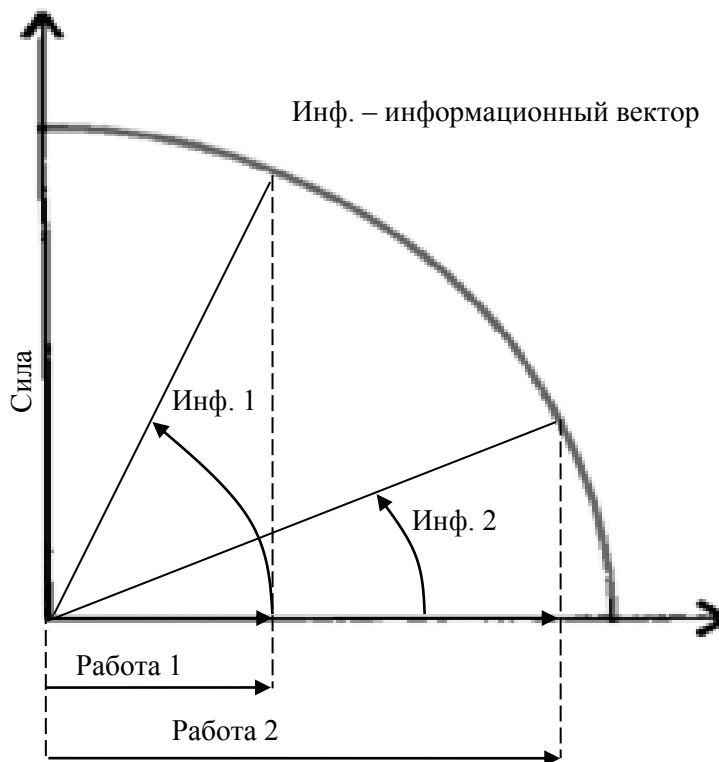


Рис. 4.2. Схема реализации энергетического потенциала в зависимости от информационного алгоритма (вектора)

Интересный взгляд на рассматриваемую проблему встречаем в статье И. Булева с красноречивым названием «Использование векторного анализа в экономической теории» (Булеев, 2011). Анализируя монографию Е. Т. Иванова «Основы теоретической эпироники» (Иванов, 2006), он проводит параллель с понятием «сила» и «момент силы» в механических и экономических системах. Кстати, в указанной монографии *эпироника* опре-

деляется как наука, представляющая модель, которая связывает воедино все статические, автоматические и динамические параметры экономических процессов и систем. В частности, понятие «сила» может быть обусловлено, таким фактором, как численность рабочей силы. Результирующий же показатель, т.е. работа, произведенная за счет приложения этой силы, зависит от целого ряда факторов, включая: *траекторию рентабельности производства, кредитно-денежную и ценовую политику* и др.

Как и в механических системах, в экономике можно проследить векторное сложение сил, в том числе тех, которые являются аналогами сил трения (оппортунизма) в механической системе. Подобные силы, например, возникают в розничном товарообороте или денежном обращении и во-многом зависят от эффективности мотивационного инструментария, действующего в данной экономической системе (Иванов, 2006).

В экономических системах в качестве своеобразного результирующего вектора направленности их квазиэнергетического потенциала можно рассматривать обобщающий показатель эффективности системы (вектор-эффективность), определяемый соотношением результатов и затрат на достижение поставленных целей. В отличие от векторов, действующих в физических системах, упомянутый вектор-эффективность является абстрактной величиной, которая, впрочем, вполне реально характеризует особенности процессов реализации квазиэнергетических потенциалов конкретных экономических систем.

Эффективность производственного предприятия зависит от его *информационной и синергетической упорядоченности* и формируется под воздействием целого комплекса факторов. В числе основных из них следует выделить (Грант, 2011, Каплан и др., 2010):

- квалификацию и личностные характеристики исполнителей;
- взаимную координацию и согласованность исполнителей;
- инновационный уровень (конкурентоспособность) производимой продукции;
- технологический уровень предприятия;
- маркетинговую и ценовую политику;
- скорость оборачиваемости основного и оборотного капитала;
- финансовую политику предприятия;
- совершенство логистической деятельности;
- конкурентную стратегию;
- информационную политику и т.д.

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, электрические, электромагнитные, пр.);
- молекул и атомов (химическое движение);
- твердых, жидких и газообразных тел (механическое движение);
- товарно-денежных потоков (экономическое движение).

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.

**Качество энергии.** Сказанное позволяет сделать следующей вывод. Для социально-экономической системы качество энергии (квазиэнергии) определяется двумя главными факторами (рис. 4.3):

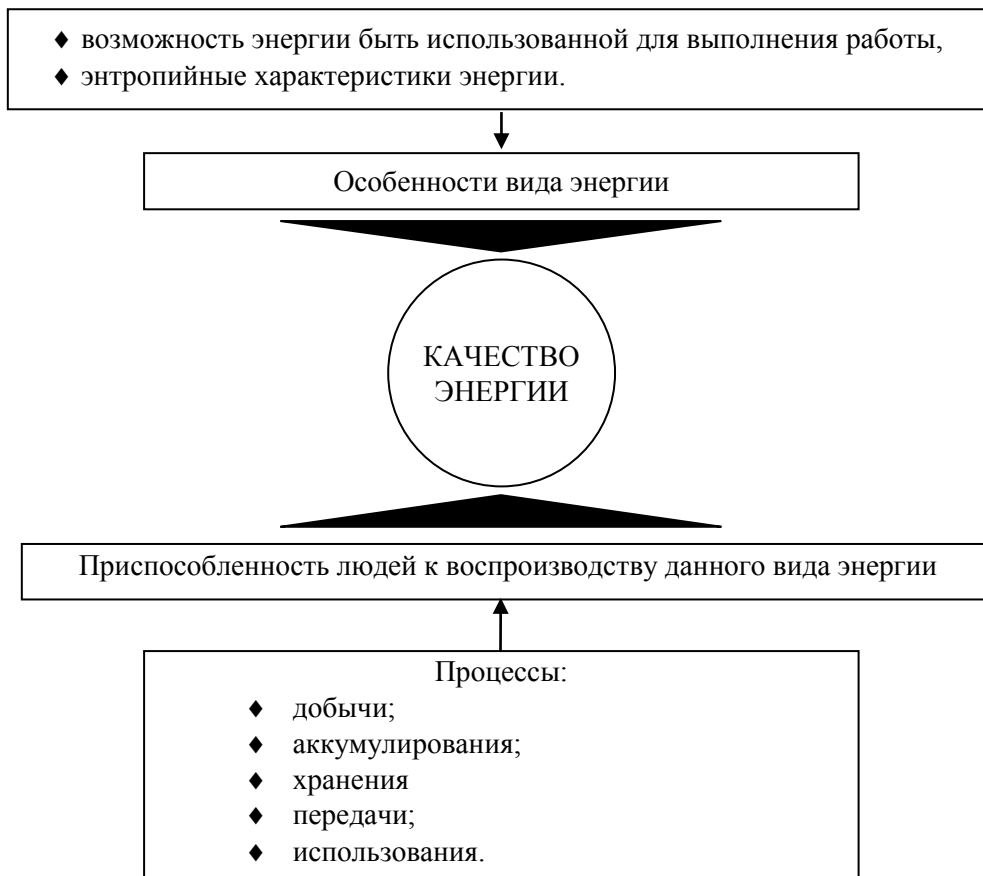


Рис. 4.3. Техничко-экономические критерии формирования качества энергии (квазиэнергии)

- 1) *особенностью* самого вида энергии;
- 2) *приспособленностью* людей (общества) к использованию данного вида энергии.

**Особенность** определенного вида энергии в свою очередь, определяется двумя группами факторов:

➤ возможностью данного вида энергии *быть использованным* для выполнения работы (напр., солнечную энергию невозможно использовать в ночное время, а ветровую – когда нет ветра); то же можно сказать и про разные виды капитала;

➤ *энтропийными характеристиками* вида энергии, в частности, способностью быть рассеянной безвозвратно в пространстве (напр., тепловая энергия рассеивается быстрее, чем электрическая).

**Приспособленность** людей к использованию данного вида энергии определяется возможностью общества *информационно организовывать* воспроизводство энергии, а именно, обеспечивать процессы:

- *добычи;*
- *аккумуляции;*
- *хранения;*
- *использования.*

Интегральный показатель качества данного вида энергии – **эффективность использования энергии** при выполнении единицы работы. Один из показателей, характеризующий способность энергии к выполнению работы и отражающий потенциальную эффективность её использования, получил название «свободной энергии».

**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.

В понятие **свободной энергии** включается только то количество внутренней энергии, которое система может *мобилизовать* – **освободить** (отсюда, видимо, и название данного вида энергии) – для выполнения работы. Рассеиваемую (диссипируемую) энергию использовать уже невозможно.

## 4.2 Энергия как движущая сила процессов развития

Энергия является движущей силой любых изменений, а, следовательно, и движущей силой процессов развития.

В соответствии с различными формами движения материи рассматриваются различные виды энергии: механический, внутренний, электромагнитный, химический, ядерный и др.

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 ядер, ядерных реакциях и т.п.) (Физический, 1995).

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 результате, *энергия* может быть определена как *общая количественная мера различных форм изменения материи, или взаимодействия материальных объектов*.

Отсюда можно сделать вывод, что движение необходимо для воспроизводства *изменений состояния системы*. Причиной, вызывающей движение какого-либо тела, является *энергетическое воздействие*.

Движение характеризуют две основные величины: исходная и результирующая. *Исходной* величиной является *сила*, результирующей – *работа*. Еще одна величина – *мощность* – характеризует интенсивность движения.

*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.

*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.

*Мощность* – это величина, характеризующая объем работы, производимый в единицу времени.

Энергия накапливается (концентрируется) и хранится в энергоёмких субстанциях – *энергоносителях*. Посредством их транспортировки и переработки она передается, трансформируется и извлекается.

Традиционно под *энергоносителем* понимают вещество или явление, которое может служить источником энергии. К подобным, например, относят: ископаемые топлива, биомассу, солнечную энергию, прочие. Однако, подобное определение, на наш взгляд, носит узкий характер и отражает главным образом специфику лишь физических систем. Применительно к социально-экономическим системам определение энергоносителя должно трактоваться шире.

*Энергоносители* – это вещества, явления или материально-информационные активы, обуславливающие возможность системы совершать работу. При такой трактовке энергоносителями условно можно также считать любые виды капитала, в том числе природный и человеческий капиталы, материальные и нематериальные активы, деньги и их заменители (например, облигации, ценные бумаги, прочее).

Следует различать *энергоносители*, которые непосредственно служат источником энергии (например, углеродосодержащие вещества) и «*энергоносители*», или квазиэнергоносители (т.е. аналоги энергоносителей для экономической системы). Последние таковыми могут быть названы лишь условно, поскольку они предполагают как возможность привлечения энергии в полном смысле этого слова (т.е. без кавычек), так и могут служить источником выполнения экономической системой широкого спектра работ физического и умственного (информационного) характера, в том числе связанных с привлечением энергии в систему. Данные виды работ выполняют функции энергии, позволяя добиваться нужного результата. В качестве упомянутых квазиэнергоносителей, в частности, выступают различные виды капитала (Сорокин, 2009).

В том случае, если нужно подчеркнуть, что капитал выполняет функцию энергии для реализации процессов движения в социально-экономической системе, уместно использовать термины *квазиэнергия* и *квазиэнергоноситель* (квази – означает *как бы*).

Строго говоря, использование соответствующих терминов с приставкой «квази-» применительно к экономической системе обоснованно, так как более точно отражает природу происходящих процессов. Действительно, в различных видах капитала накоплен (материализован) материально-информационно-синергетический потенциал, способный к осуществлению созидательной работы. Однако он может быть реализован, чтобы привести в движения экономические процессы только в ходе реализации экономических отношений. Причем это может случиться лишь при наличии целого ряда предпосылок (соответствующих норм действующего



законодательства, прав собственности, учреждений, обеспечивающих товарно-денежный оборот в стране, пр.). Без всего этого с капиталом может произойти метаморфоза, похожая на ту, что произошла с подаренной Золушке каретой после рокового удара часов. В частности, деньги (например, в результате инфляции) могут превратиться в груды резанной бумаги, годящейся разве что для растопки печки, а произведённые дорогостоящие станки (при запрете свободной продажи капитала) – в металлолом.

Напомним, что, согласно классической экономической теории, капитал – это самовозрастающая стоимость, или стоимость, приносящая ее владельцу прибыль. Именно получение прибыли является главной целью экономической системы. Ради этой цели система работает. Значит, в экономической системе капитал выполняет функцию, аналогичную той, которую в физической системе выполняет энергия, а именно: посредством капитала осуществляется работа системы.

В процессе своего кругооборота капитал функционирует в трех формах: *денежной, производственной и товарной*, постоянно переходя из одной формы в другую. Своеобразной квазиэнергетической мерой различных видов капитала является их *стоимость*. Именно она характеризует в количественном отношении тот объем работы, который способна совершить данная единица капитала по привлечению в экономическую систему «свободной квазиэнергии» (дохода). В самом простом случае это может случиться во время продажи любой единицы капитала (станка, материальных ресурсов или предназначенного для продажи товара). Если это произойдет, в экономическую систему поступит вырученная сумма денежных средств (т.е. эквивалента «свободной энергии»), которую можно израсходовать по любому назначению. Стоимость проданной вещи будет измеряться ее общественно признанной *ценностью, полезностью* (в частности, возможностью удовлетворять какие-то потребности, способностью совершать работу, служить источником зарабатывания денег, пр.). Именно она найдет свое отражение в *цене* данной вещи.

Реальная стоимость каждого товара устанавливается лишь во время обмена (продажи) на другой товар. Величина стоимости отражена в цене товара. Функцию измерителя стоимости товаров (всеобщего эквивалента) выполняют деньги, обладающие в обычных условиях максимальной ликвидностью (т.е. равной или близкой к единице). Последнее означает, что сами деньги без труда могут быть обменены на любые другие товары.

Соответственно, роль «энергонасителей» (квазиэнергонасителей) выполняют также *товары*, обладающие *стоимостью*. Ее-то в экономике и можно считать эквивалентом квазиэнергии. Обмениваясь с внешней средой товарами, предприятия осуществляют «экономический метаболизм»,

насыщая себя экономическим эквивалентом «свободной энергии» – капиталом. Разница квазиэнергетических потенциалов в экономической системе образуется тогда, когда в одном месте возникает *избыток стоимости* (т.е. избыточное предложение), а в другом – ее *недостаток* (повышенный спрос).

Впрочем, капитал имеет и существенное отличие от собственно энергоносителей. В нем гораздо значительнее представлены *информационная* и *синергетическая* компоненты, отражающие характер экономических отношений, в которых реализуется тот или иной вид капитала, что существенно влияет и на его ценность.

### 4.3 Энергетический (квазиэнергетический) баланс системы

Одним из основополагающих законов природы, в рамках которого происходит развитие любой открытой стационарной системы, является *закон сохранения энергии*. В одной из классических формулировок он гласит: *при всех макроскопических процессах энергия не создается и не исчезает, а лишь переходит из одной формы в другую* (Реймерс, 1994).

Для целей анализа энергетического состояния системы *закон сохранения энергии* может быть сформулирован следующим образом: любая материальная система может функционировать и развиваться лишь в рамках потребления той свободной энергии ( $\mathcal{E}_c$ ), которой она обладает (накопленной или привлекаемой извне); при этом энергия расходуется: на изменение внутренней энергии системы ( $\Delta U$ ), на рассеивание (диссипацию) энергии в окружающую среду ( $\mathcal{E}_d$ ) и на совершение работы ( $W$ ) (Алексеев, 1983):

$$\mathcal{E}_c = \Delta U + \mathcal{E}_d + W. \quad (4.1)$$

Следует отметить, что данный закон и соответствующая ему формула энергетического баланса (4.1) в полной мере отражают также квазиэнергетическую деятельность экономических систем. Только место энергии в квазиэнергетическом балансе занимает аналог энергии – капитал. Тогда данную формулу можно прочесть следующим образом: поступающие в систему средства расходуются по следующим направлениям: на *изменение внутреннего капитала системы* (капитализацию) ( $\Delta U$ ); *диссипативные* (т.е. не приносящие выгоды) *издержки* ( $\mathcal{E}_d$ ), связанные с возникновением ущерба, налоговыми и коррупционными платежами, пр.; *совершение полезной работы* ( $W$ ), связанной с производством и реализацией продукции.

Полезная работа ( $W$ ), которую совершает система, реализуется по следующим направлениям:

- осуществление функции *метаболизма* (перемещение потоков вещества, энергии и информации), конечной целью чего является извлечение из внешней среды *свободной энергии* ( $\mathcal{E}_c$ ) (условно – *метаболическая составляющая*);

- *поддержание уровня гомеостаза* (осуществление механизмов отрицательной обратной связи), без чего невозможна реализация функции метаболизма (*гомеостазная составляющая*);

- *трансформация уровня гомеостаза* (осуществление механизмов положительной обратной связи) (*трансформационная составляющая*).

Для выполнения работы по перечисленным направлениям система вынуждена расходовать энергию. Это ведет к тому, что в балансе системы появляется соответственно три энергетических (квазиэнергетических) компоненты –  $\mathcal{E}_m$ ,  $\mathcal{E}_r$  и  $\mathcal{E}_t$ .

Таким образом, в окончательном виде формулу энергетического (квазиэнергетического) баланса открытой стационарной системы можно выразить следующим образом:

$$\mathcal{E}_c = \Delta U + \mathcal{E}_d + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_z + \mathcal{E}_{mv} \quad (4.2)$$

где  $\Delta U$  – 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:

$$1) \mathcal{E}_c < \mathcal{E}_d + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_z + \mathcal{E}_{mv}; \quad (4.3)$$

$$2) \mathcal{E}_c > \mathcal{E}_d + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_z + \mathcal{E}_{mv}. \quad (4.4)$$

Подобные ситуации возможны и часто происходят в жизни на любых уровнях ее проявления. Демпферным (компенсационным) моментом в обоих случаях является изменение внутренней энергии системы ( $\Delta U$ ).

Если поступающей извне 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 – составляет 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). Другой формой источников запасов может быть энергия внутренних связей отдельных элементов структуры, формирующей систему. Именно она используется для удовлетворения энергетических потребностей системы.

ческих потребностей системы после того, как истощаются резервные источники. Фактически это знаменует начало процесса саморазрушения системы. Животное начинает худеть и терять свои функции, семья – продавать еще недавно такие нужные предметы обихода; фирмы вынуждены «избавляться» от части оборудования и других активов. В конце концов система стоит перед выбором: или погибнуть (прекратить функционирование), или перестроить уровень своего гомеостаза так, чтобы потребности системы снова стали соответствовать её возможностям, т.е. расход энергии стал бы равен поступлению свободной энергии в систему.

При положительном балансе (поступление энергии больше ее расходования) 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 *свободной энергии* в системе ( $\Delta U$ ) 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 (предотвращение нарастания энтропии).

2.  $\Delta U > 0$  (изменение внутренней энергии имеет положительное значение): в системе начинает накапливаться излишек свободной энергии; он может быть реализован 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*).

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 ( $\mathcal{E}_T$ ) может быть мобилизована только за счет реструктуризации расходных составляющих энергобаланса системы. Обычно больше всего «страдает» *гомеостазная* составляющая ( $\mathcal{E}_T$ ). Как следствие, в подобные переломные пери-

оды 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: *метаболическая* ( $\mathcal{E}_m$ ) – 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 (т.е. соответствующую трансформацию) или требуемый новый уровень гомеостаза выходит за критические потенциальные возможности самой системы, ее может ожидать летальный исход: организм умирает, фирма разоряется, 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 (стационарное) равновесие. Прекращает действовать механизм положительной обратной связи ( $\mathcal{E}_+$  стремится к 0), и в полной мере начинает действовать механизм отрицательной обратной связи ( $\mathcal{E}_-$  стремится к норме). Болезни отступают, дела на фирме нормализуются: 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, обладающих признаками *открытых стационарных систем*. К ним относятся:

- структуры неживой природы с кооперативным видом поведения;
- живые организмы;
- экосистемы;
- коллективные объединения животных (рой, стадо, стая, семья, 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 схожие механизмы отрицательной и положительной обратной связи. Проанализируем теперь содержание составляющих базового уравнения энергетического баланса системы.

Первая составляющая, характеризующая *объем производимой свободной энергии за единицу времени* ( $\mathcal{E}_c$ ), отражает своеобразную мощность

системы. Для различных видов структур примерное представление об этом жизненно важном показателе в какой-то степени дают оценки, характеризующие их продуктивность. Для живых организмов – это количество генерируемой жизненной энергии; для экосистемы – ее несущая способность (carrying capacity) или общее количество энергии, поступающей в трофическую (пищевую) цепь; для фирмы – доход, или выручка предприятия; для национальной экономики страны – валовой внутренний продукт (ВВП).

В правой части приведенного уравнения находятся расходные составляющие энергетического (квазиэнергетического) баланса. Чтобы было понятно их содержание, попытаемся рассмотреть возможную динамику составляющих на примерах нескольких видов социально-экономических систем.

#### **4.4 Реализация квазиэнергетического баланса в социально-экономических системах**

**«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, обостряющиеся в разных уголках Земли. Создав экономическую систему, построенную на товарно-денежных отношениях, человек мало задумывается над соответствием денежных знаков энергетическим эквивалентам.

Между тем, на любой фирме ежемесячно составляется документ под названием «баланс». Правда, не энергетический, а денежный. Однако, вникнув в проблему, убеждаешься, что он обуславливает поведение экономического субъекта по тем же правилам, по которым энергетический баланс – поведение организма или экосистемы.

По сути, баланс доходов и расходов является своеобразным *квазиэнергетическим* балансом фирмы (именно поэтому в подзаголовке 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, в значительной степени обуславливают 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 более точно и полно отражают глубину происходящих процессов в явлениях общественного метаболизма (т.е. обмена веществом, энергией

и информацией). Ведь они кроме всего прочего, отражают такие факторы, как информация и синергетические связи (отношения). Насколько это важно, мы убедимся в следующих разделах. А пока вернемся к уравнению квазиэнергетического баланса, памятуя о некоторой условности использования соответствующей терминологии.

*Метаболическая составляющая* квазиэнергетического баланса ( $\mathcal{E}_m$ ) предприятия обусловлена *основными технологическими видами затрат* на производство продукции (в первом приближении – это *средний остаток оборотных средств* на предприятии за вычетом накладных расходов).

*Гомеостазную составляющую* баланса ( $\mathcal{E}_r$ ) 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 динамическое равновесное состояние предприятия в рамках достигнутой номенклатуры выпускаемой продукции, которая, в конечном счете, определяет и гомеостаз предприятия.

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., 2002). Именно на поддержание *гомеостаза* фирмы уходит значительная часть ее издержек.

*Трансформационная составляющая.* Любое отклонение от состояния гомеостаза вызывает увеличение гомеостазной составляющей ( $\mathcal{E}_r$ ) для нейтрализации 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 в крупносерийном и массовом производствах, так и значительный «перегруз» оборудования, рассчитанного на мелкосерийное и индивидуальное производство. 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 рынка и возможностям предприятия. Для этого часть затрат, ис-

пользуемых на механизмы отрицательной обратной связи ( $\mathcal{E}_T$ ), нужно переклЮчить на механизмы положительной обратной связи и направить издержки на формирование *трансформационной* составляющей ( $\mathcal{E}_T$ ), т.е. на трансформацию (модернизацию) производства. Дополнительными источниками средств для этого могут быть высвобождение части расходов себестоимости, прибыль предприятия, банковские кредиты, пр.

*Диссипативная составляющая.* Что же образует *диссипативную* составляющую ( $\mathcal{E}_D$ )? 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. Очень детально данная составляющая систематизирована в работе (Гриценко и др., 2008).

Диссипативную компоненту, безусловно, увеличивает и низкая эффективность основных технологических процессов. Ведь превышение расходных производственных показателей (материалоёмкость, энергоёмкость) любой фирмы по сравнению с ее отечественными и зарубежными аналогами по праву может быть занесено в пассив «энергетического» баланса, иными словами, – в актив его диссипативной составляющей.

**«Энергетика» государства.** Государство может существовать, только распределяя и потребляя производимый национальный продукт. Это служит аналогом притока *свободной энергии* в систему ( $\mathcal{E}_C$ ). Эти поступления могут быть увеличены за счет зарубежных инвестиций, иностранных кредитов, займов, грантов, вкладов зарубежных клиентов в национальные банки (последним, например, широко пользуются Швейцария, Люксембург, Кипр), дивидендов от использования национальной валюты в качестве средства платежа в других странах (например, долларов США, британских фунтов стерлингов, японских иен), дивидендов от вывоза собственного капитала, пр.

В качестве *метаболической* компоненты ( $\mathcal{E}_M$ ) 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 соответствующие затраты банков, внешнеэкономических ведомств и учреждений, оформляющих зарубежные кредиты, займы, инвестиции и гранты, а кроме того, выплаты по этим кредитам, займам и акциям.

*Гомеотазную* компоненту формируют издержки ведомств и предприятий, обеспечивающих внешнюю и внутреннюю безопасность страны, включая природоохранные службы и подразделения ЧС. Сюда же отно-



сятся 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. (Мельник та ін., 2009)? 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 устремлениями, внутренним настроением управляющих органов, менталитетом его чиновников. Любой из них может стать генератором прогресса, продвигающего общество вперед путем неустанного 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.

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» (т.е. находящиеся фактически на грани банкротства). К слову сказать, челночный бизнес в 1990-е годы давал работу (а значит, возможность элементарно выжить), по некоторым оценкам, от 20 до 25% населения. И наоборот, научные учреждения, призвание которых – вносить позитивный дисбаланс в жизнь общества, долгие годы находятся (хоть и не по своей вине) сами на грани выживания. В этой ситуации единственно возможной мыслью может быть только сохранение баланса (т.е. старого гомеостаза).

Следует сказать и о другом. Количественная наполняемость каждой из продуктивных составляющих энергетического баланса системы (или его квазиэнергетического аналога): *метаболической, гомеостазной и трансформационной* – отнюдь не гарантирует качественное выполнение соответствующих функций и эффективное развитие 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, не усилить, а ослабить конструкцию. То же самое можно сказать и об экономике. Попытка усилить ее за счет админи-

стративных мер, финансируемых из госбюджета, лишь «утяжеляет» экономику, не принося пользы для ее качественного и количественного роста.

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. Лишь движение вперед резко уменьшает нагрузку на гомеостазную 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. Наиболее устойчивым является интенсивно развивающееся предприятие.

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 специализированного на этом его антипода – механизма отрицательной обратной связи. Оказывается, при помощи механизмов положительной обратной связи можно искусно управлять равновесием системы, а посредством механизмов отрицательной обратной связи – сознательно или непреднамеренно нарушать его.

Маленький прибор автопилота обеспечивает устойчивость огромной системы – самолета, но только в том случае, если та 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 он может быть назван *информационным качеством* использования 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.

## ГЛАВА 5. ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

### 5.1 Роль информации в формировании и развитии систем

Информация наряду с материей является основой формирования и развития природных и общественных систем. Каждая из этих категорий несет в себе как материальное, так и информационное начало, которые взаимообуславливают и взаимоформируют друг друга.

*Информационная основа* обеспечивается функционированием комплекса материальных и нематериальных средств сбора, обработки, передачи, фиксации и воспроизводства информации. Она реализует три важнейшие группы функций:

- а) формирует память системы и её подсистем;
- б) обеспечивает сбор, обработку и анализ исходной информации;
- в) осуществляет продуцирование новой информации.

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

Материальная основа также не может функционировать без её информационного обеспечения, ведь *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. 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 определенного *информационного кода*, т.е. своеобразного языка, понятного всем элементам системы.

Без подобного «общения» между отдельными частями 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, со свойственными им самоорганизацией и саморазвитием.

Подобный информационный обмен непременно должен существовать между отдельными частицами в атоме, между отдельными атомами в молекуле, между отдельными молекулами в клетке, между отдельными клет-

ками в организме. И вообще между отдельными компонентами любого целостного множества, называемого системой – будь то экосистема, человеческое общество, солнечная система или галактика.

Деятельность системы 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. Целью его является импорт в систему упомянутых энергонасыщенных и/или информационно ёмких потоков.

Для выполнения указанных задач система должна осуществлять комплекс взаимосвязанных функций, требующих непосредственного направляющего участия со стороны *информационной основы*. Главными из них 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 в систему с метаболическими потоками 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, её временной разрегулировке).

Как видим, круг информационных задач, которые призвана решать каждая система, обширен. В ходе эволюции природы изменяется и соот-

ношение между материальной и информационной составляющими обмена, а соответственно, и между материальной и информационной основами. Нет оснований сомневаться, что эти изменения протекают в сторону увеличения доли информационной составляющей. Это особенно заметно на примере развития человеческой сущности и связанных с ней общественных отношений.

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. Так, в компьютерной «империи» Билла Гейтса на долю нематериальных активов приходится более 90% оцениваемого капитала компании (Гейтс, 2001).

## 5.2 Понятие информации

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. В работах учёных (Борисенко, 2006; Бриллюэн, 1960; Винер, 1958; Реймерс, 1990; Урсул, 1971; Шеннон, 1963; Эшби, 2009) сформулированы функциональные признаки информации:

- сообщение;
- мера вероятности и неопределенности;
- форма отражения;
- реальность, формирующая материю;
- программа развития;
- организующее начало;
- природный ресурс;
- критерии различия;
- степень разнообразия;
- степень неоднородности;
- основа выбора альтернативы;
- степень свободы;
- мера упорядочения.

Все перечисленные подходы к определению информации, скорее всего, являются различными гранями единого сложного и многопланового природного явления, которым является *информационная реальность*.

Лишь поняв, 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.

**Ключевые свойства информации.** Прежде чем сформулировать определение информации, обозначим ее принципиальные отличительные качества.

**Идентификационные свойства предметов и явлений.** 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, пр.) 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, агрегатное 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).

**Закрепленные памятью энергетические потенциалы.** Посредством чего создается пространственно-временное различие объектов (предметов, процессов, явлений) в природе? Посредством различия в наборе степеней свободы у различных 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* (Борисенко, 2006). В свою очередь, степени свободы предметов и явлений природы обусловлены *закрепленными памятью* данных систем *энергетическими потенциалами*, которыми они обладают.

Обратим внимание, что в одном из приведенных выше подходов *информация* трактуется как устойчивая в течении определенного времени *неоднородность* (Гуревич и др., 2012). Память системы, по всей вероятно-

сти, и является тем фактором, который обеспечивает устойчивость во времени упомянутой неоднородности.

**Нематериальность информации.** Какова природа информационной реальности? Информация нематериальна. Информация не обладает двумя главными свойствами материальных предметов – *зарядом* и *массой*. 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.

С учетом высказанных замечаний сформулируем определение, отражающее перечисленные свойства информационной реальности.

**Информация** – это природная реальность, несущая в себе характерные признаки предметов и явлений природы, проявляющиеся в пространстве и времени.

Информационная реальность выполняет широкий спектр различных функций, обеспечивающий существование, взаимосвязь и развитие различных сущностей (объектов) материального мира.

Оперируя привычными понятиями и аналогиями материального мира, попытаемся систематизировать основные функции информационной реальности (рис. 5.1).

Продуцируемые человеком виды информации 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).



Рис. 5.1. Естественно-природные и социально-экономические функции информации

И информационные ресурсы, и информационные продукты могут рассматриваться в качестве самостоятельных факторов информационного начала. В некоторых источниках (Иноземцев, 1999; Белл, 1999) эти две информационные сущности разделяются терминологически: первая называется *информацией*, вторая – *знаниями*.

Упомянутые выше *программы* (включая: проекты, 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 исключением. Особенности информационных товаров подробно рассмотрены автором в работе: Мельник, 2015.

### 5.3 Количественная оценка информации

**Подходы к количественной оценке информации.** Первые попытки количественной оценки информации основаны на её трактовке в качестве *сообщения*. Не случайно поэтому, что критерием количественной оценки взята *вероятность*, исходя из тех соображений, что чем менее вероятно



событие, о котором передается в сообщении, тем больше информации оно несет (хотя зависимость и не носит линейный характер). Следовательно, информацией становятся те сообщения, которые снижают 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 «приёмником», (потребителем) сообщения однозначно подразумевается человек.

**Оценка информации при равновероятном исходе событий.** В 1929 г. американский учёный Р. Хартли предложил в качестве меры количества информации принять логарифм числа возможных исходов или состояний системы ( $P$ ) при условии их равной вероятности.

$$I = \log P \text{ (бит)} \quad (5.1)$$

Количество информации в один бит получается, если сообщение передает один из двух равновероятных взаимоисключающих исходов (0 и 1). В частности, это соблюдается при выпадении одной из двух сторон монеты: «орла» и «решки» ( $P = 2$ ). При бросании игральной шестигранной кости количество возможных исходов равно 6 ( $P = 6$ ).

При бросании двух костей сразу мы получаем вдвое больше информации, чем при бросании одной кости. Показатели информации, таким образом, складываются, а числа равновероятностных возможностей перемножаются. Для бросания двух костей или для двух бросаний одной кости получим:

$$P = P_1 \cdot P_2 = 6 \cdot 6 = 36, \text{ а:} \quad (5.2)$$

$$I = \log P_1 + \log P_2. \quad (5.3)$$

В вышеприведенных примерах носителями информации были цифры, но могут быть и буквы. Какую информацию может, в частности, нести каждая буква латинского (26 букв) или русского (33 буквы) алфавита при равной вероятности их появления? В первом приближении ответ таков: буква, написанная латиницей, несет:  $\log_2 26 \approx 4,70$  бит; буква кириллицы –  $\log_2 33 \approx 5,05$  бит. Все вышеприведенные выкладки основаны на предположении равновероятностного появления различных букв в тексте. Однако более приближена к реальности ситуация, когда вероятности происхождения различных событий не одинаковы.

При решении задачи, пойдет ли завтра Иванов на лекцию или нет, информация в 1 бит может быть получена только в том случае, если до этого Иванов систематически пропускал ровно 50% лекций. Именно в таком случае мы имеем дело с выбором из двух равновероятностных событий, и количество информации будет равно одной двоичной единице. Если же этот студент систематически посещал все лекции, то в сообщении, что он и завтра придет на лекцию, особой новизны не будет, количество информации будет меньше, чем 1 бит. В том случае, если Иванов до этого вообще не посетил ни одной лекции, то сообщение о том, что он может прийти, будет выглядеть «маленькой сенсацией» и, соответственно, информации в нем будет больше, чем 1 бит (Цымбал, 1977).

**Оценка информации при равновероятном исходе событий.** Количественную оценку информации в случае различной вероятности разных событий, о которых идет речь в сообщении, можно проиллюстрировать на примере использования того же буквенного алфавита, если предположить, что частота появления разных букв неодинакова.

Обычно вероятность появления различных букв в текстах различна: одни буквы встречаются чаще, другие – реже. Частоты, т.е. вероятности появления отражают структуру языка. Как подойти к оценке информации, если вероятности букв различаются?

Предположим, что имеется сообщение, содержащее  $N$  последовательных знаков, – текст из  $N$  букв (включая пробелы). Каждому из  $N$  знаков соответствует одна из  $M$  букв, включая пробел (для русского языка –  $33+1$ ). Например, в сообщении содержится  $N_1$  букв **а**,  $N_2$  букв **б** и т.д. вплоть до  $N_{33}$  букв **я** и  $N_{34}$  – пробелов. Имеем:

$$N = \sum_{i=1}^M N_i . \quad (5.4)$$

Вероятность появления данной буквы находим для достаточно длинного текста, как:

$$P_i = N_i / N; \quad i=1, 2, \dots, M.$$

Причем:

$$\sum_{i=1}^M P_i = 1 . \quad (5.5)$$

Общее количество различных последовательностей из  $N$  букв  $M$ -буквенного языка, т.е. числа возможных различных сообщений длиной в  $N$  букв, равно:

$$P = \frac{N}{N_1 N_2 \dots N_M} \quad (5.6)$$

Напомним, что  $N!$  ( $N$ -факториал) определяется произведением чисел от 1 до  $N$ :  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot N$ .

Количество информации в одном сообщении, состоящем из  $N$  знаков, равно

$$I = \log_2 P, \text{ или} \quad (5.7)$$

$$I \approx -N \sum_{i=1}^M P_i \cdot \log_2 P_i \text{ бит,} \quad (5.8)$$

где  $p_i$  – вероятность появления  $i$ -ой буквы (пробела) в данном тексте.

При расширенной трактовке  $p_i$  можно рассматривать как вероятность пребывания системы в  $i$ -м состоянии.  $P$  – количество возможных состояний системы, а  $N$  – количество параметров, описывающих ее состояние. В природе именно подобная разноразмерность состояний системы составляет основу происходящих процессов и явлений. Однако их сложность обусловлена не только этим. В действительности события в реальной жизни не только разноразмерны, но и значения их вероятности постоянно изменяются во времени. Этим объясняется колоссальная сложность природных процессов (Волькенштейн, 1986).

Количество информации, приходящееся на одну букву алфавита или пробел, можно найти по формуле:

$$I_i \approx -N \sum_{i=1}^m p_i \cdot \log_2 p_i \quad (5.9)$$

Это формула Шеннона, одного из создателей теории информации. Величина в правой части уравнения названа Шенноном энтропией. Как увидим далее, не без оснований.

Хотя названная в 1949 г. К. Шенноном величина получила название энтропии, ученый подразумевал под энтропией соответствующую величину со знаком «минус». Действительно, энтропия связана с показателем вероятности прямой зависимостью, а энтропия Шеннона — обратной. В 1956 г. Л. Бриллюэн обратил на это внимание и предложил для «энтропии Шеннона», т.е. энтропии со знаком «минус», название «неэнтропия». Он же ввел «неэнтропийный принцип информации». Содержание его можно сформулировать следующим образом: «С ростом информации о системе увеличивается неэнтропия. Энтропия же есть мера недостатка информации» (Волькенштейн, 1986).

Ещё раз подчеркнём колоссальную информационную сложность процессов, происходящих в природе, ведь вероятности различных состояний природных систем различны. Причем они могут постоянно изменяться во времени.

## 5.4 Качество информации

В контексте рассматриваемого вопроса следует выделить важное обстоятельство. Чтобы системы функционировали и развивались, должен осуществляться не только материальный (т.е. вещественно-энергетический), но и информационный метаболизм систем. Иными словами, должен происходить обмен информацией (получивший название *коммуникации*) между системой и внешней средой, а также между отдельными частями системы. Это значит, информация должна чем-то (или кем-то) передаваться и чем-то (кем-то) приниматься. Сказанное обуславливает наличие, как минимум, трех сфер:

- источника (передатчика) информации (объекта или субъекта);
- приёмника информации (объекта или субъекта);
- канала передачи информации от передатчика к приёмнику (канала связи);

Таблица 5.1. Показатели, характеризующие качество информации

Наименование	Содержание
1	2
Достоверность	1) Свойства информации, определяющие степень объективного, точного отражения явлений, событий, фактов, которые произошли, происходят или могут произойти. 2) Объективность инструмента сбора, передачи или приема информации, не допускающая значительных отклонений получаемого образа от реальных значений и гарантирующая возможность получения таких же или близких результатов оценки при повторном сборе информации
Адекватность	Уровень соответствия образа, создаваемого с помощью информации, реальному объекту, процессу, явлению
Истинность	Степень соответствия представления субъекта об объекте наблюдения, сделанном на основании интерпретации первичной информации, действительному (истинному) состоянию или поведению системы
Полнота	Характеристика, определяющая количество информации, необходимое для принятия решения
Релевантность	1) Степень соответствия количества и качества информации (сообщения) потребностям, обусловленным необходимостью решения конкретной задачи. 2) (В технич. сист.): смысловое соответствие между запросом, введенным в документальную информационно-поисковую систему, и выданной ей информацией

Продолжение табл. 5.1

1	2
Упорядоченность (системность)	Степень систематизации информации по какому-либо признаку, что облегчает ее поиск, хранение и обработку
Своевременность	Способность информации проявлять свои свойства, в частности, <i>релевантности, ценности, адекватности, достоверности, полезности</i> в конкретный момент времени
Полезность	Степень пригодности информации быть использованной для тех или иных целей
Ценность	Мера способности информации приблизить достижение той цели, для которой информация используется
Доступность	Степень зависимости информации от технических, экономических, правовых, социальных и др. условий ограничивающих возможность её получения.
Сложность	1) Многообразие явления или объекта, которого характеризует данная информация по составу образующих его частей, их различию и взаимным связям между ними. 2) Уровень сложности инструментальной базы для оценки, кодирования, передачи, приёма, декодирования и восприятия информации
Адаптивность	Степень приспособленности информации для выполнения функций, включая возможность её передачи по каналам связи, кодирование и декодирование, приём и интерпретацию потребителем, пр.

Другим важным моментом является то, что информация должна быть не просто передана от передатчика к приёмнику, а воспринята последним адекватно. Сказанное формирует определенные требования к *качеству процесса передачи и восприятия информации*. Они, определяются особенностями упомянутых трех взаимосвязанных групп факторов (передатчика, приёмника, канала связи), а также самой информации.

Под *качеством информации* понимается совокупность свойств информации, обеспечивающих её пригодность для выполнения функций существования и развития системы. Качество информации характеризуется рядом показателей и критериев, авторская интерпретация которых систематизирована в таблице 5.1 на основании анализа литературных источников (Демин, 2007; Корогодина и др., 2000; Першиков и др., 1999; Чернавский, 2004).

Повышение качества информации, используемой в экономических системах, позволяет повысить и качество самих экономических процессов. При этом повышается эффективность функционирования экономических систем и ускоряются темпы их развития.

## 5.5 Прогресс – через повышение информативности систем

Весь процесс эволюции природы является не чем иным, как увеличением количественного информационного содержания систем и повышением качественных характеристик информации, которой оперируют системы. При этом любая из систем одновременно выполняет функции одного из трех субъектов: *источника* (передатчика), *приёмника* и *ретранслятора* информации.

Для *экономических систем* количество и качество получаемой, воспроизводимой и передаваемой информации является одним из ключевых факторов их функционирования и развития. Любая экономическая система и её отдельные элементы: от трансграничных корпораций и макроэкономических систем до отдельных предприятий, их исполнителей, частных домохозяйств и индивидуальных потребителей – должны постоянно принимать, перерабатывать и воспроизводить значительные объемы информации. Ее количество и качество обуславливает успехи или неудачи в деятельности систем.

Логика развития экономических систем свидетельствует о том, что в процессах их функционирования роль информационной составляющей (по сравнению с материально-энергетической) постоянно возрастает. В частности, доля затрат труда, материалов и энергии на производство и потребление информации в структуре издержек на реализацию экономических процессов постоянно возрастает. В самой же информационной компоненте все большее значение приобретают не количественные, а *качественные* характеристики: *достоверность, адекватность, полнота, релевантность, упорядоченность, своевременность, ценность, адаптивность* и др.

## ГЛАВА 6. ПАМЯТЬ И ЕЁ РОЛЬ В ПРОЦЕССАХ РАЗВИТИЯ

### 6.1 Содержание памяти

Для реализации механизмов развития система должна обладать чрезвычайно важным блоком – подсистемой информационного управления. Основу этого блока составляет память.

**Память** – запечатление и воспроизведение прошлого опыта, выражающееся в способности **накапливать, хранить и воспроизводить** информацию о событиях внешнего мира и реакциях самой системы (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Функциональные свойства памяти

**Функции памяти.** Память присутствует с первых моментов существования саморазвивающейся системы и на всем протяжении ее развития. Практически действие любого из описанных в предыдущих разделах механизмов, которые обеспечивают процессы развития, строится на использовании памяти.

- **Обеспечение когерентности.** Уже само возникновение определенной открытой стационарной системы невозможно без памяти. Именно она закрепляет и осуществляет когерентность, т.е. согласованность отдельных частей системы. Именно память превращает совокупность частей в структуру «с кооперативным поведением». Чтобы воспроизводить коопе-

ративное (т.е. согласованное) поведение целостной системы, позиция и сценарий действий каждой входящей в ее состав подсистемы (единицы) должны быть закреплены *информационно*.

- *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.

- *Работа системы* («диссипативная активность»). Процессы метаболизма, извлечение и закрепление свободной энергии должны быть обеспечены информационно. *Упорядоченность* реализации энергетического потенциала, создаваемого системой, – это, прежде всего, информационная организация процессов. 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 принципа необратимости. Система должна «запомнить» новое состояние. Это неосуществимо без памяти.

***Роль памяти в функционировании предприятия.*** Очевидна роль памяти в реализации различных сторон деятельности предприятия. Согласованное поведение различных его подразделений, а также внешнесистемная деятельность неосуществимы без определенных нормативных документов и различных видов стандартов (конструкционных, технологических, административных, финансовых). Экономические системы должны «помнить» их и при необходимости быстро воспроизводить. Кроме того, система должна «помнить» связи, соединяющие ее с сопряженными субъектами (в частности, с поставщиками, потребителями, конкурентами), включая особенности каждого из них.

Предприятие должно также «помнить» параметры своего гомеостаза (объемы производства, номенклатуру продукции, ассортимент, состав и структуру потребляемых ресурсов, финансовые показатели, пр.). Все эти характеристики должны поддерживаться оперативной деятельностью предприятия (например, корректированием нормативов оборотных средств, изменением рекламной деятельности, пр.). Именно так предприятие реализует механизмы отрицательной обратной связи.

При необходимости предприятие должно «забыть» параметры старого гомеостаза и «запоминать» характеристики нового, переходя на выпуск новых видов продукции (или изменяя объемы производства выпускаемой



продукции). Одновременно предприятие «запоминает» новые технологии, новых поставщиков сырья и потребителей производимых товаров. Подобным образом реализуются механизмы положительной обратной связи.

И, наконец, памятью предприятия фиксируется непосредственно производственный метаболизм, т.е. организованный в пространстве и времени процесс изготовления продукции: технологический регламент, производственные операции, стандарты, правила эксплуатации оборудования, пр.

**Фактор обеспечения предпосылок развития.** 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 реализовывалась предпосылка *направленности*, необходим информационный коридор возможных изменений, т.е. опять таки способность «запоминать» одни изменения и блокировать другие. И, наконец, предпосылка *закономерности*, 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.

## 6.2 Роль памяти в процессах развития

Сказанное позволяет сделать два важных вывода:

- во-первых, *период времени*, в течение которого система способна развиваться, соответствует *ёмкости* ее памяти; для бесконечного развития система должна иметь бесконечные ресурсы памяти;
- во-вторых, *темпы* развития системы зависят от *быстродействия* памяти системы, т.е. скорости процессов накопления, закрепления и воспроизведения информации.

Указанные зависимости схематично показаны на рис. 6.2.

В свете этих положений становятся понятными, в частности, закономерности развития птиц или пресмыкающихся из яйца. Равные инкубационные периоды для одинаковых видов объясняются тем, что природа отмерила им одинаковые ёмкости памяти. Причина потрясающих темпов процесса – в том, что «отшлифованный» за миллиарды лет эволюции, доведенный до совершенства процесс развития, благодаря записи генетиче-

ской информации, «пробегают» проложенный путь по самым коротким «траекториям». Отсюда же и почти 100% эффективность процесса (максимальная утилизация «строительного материала», находящегося в яйце).

Обретение природой генетического кода, позволившего решить проблему фиксации информации, резко ускорило темпы эволюции. Благодаря генетической записи биологические виды могут как бы пробегать за считанные дни путь, на который природа потратила миллиарды лет поиска, основанного на закреплении случайных удач.

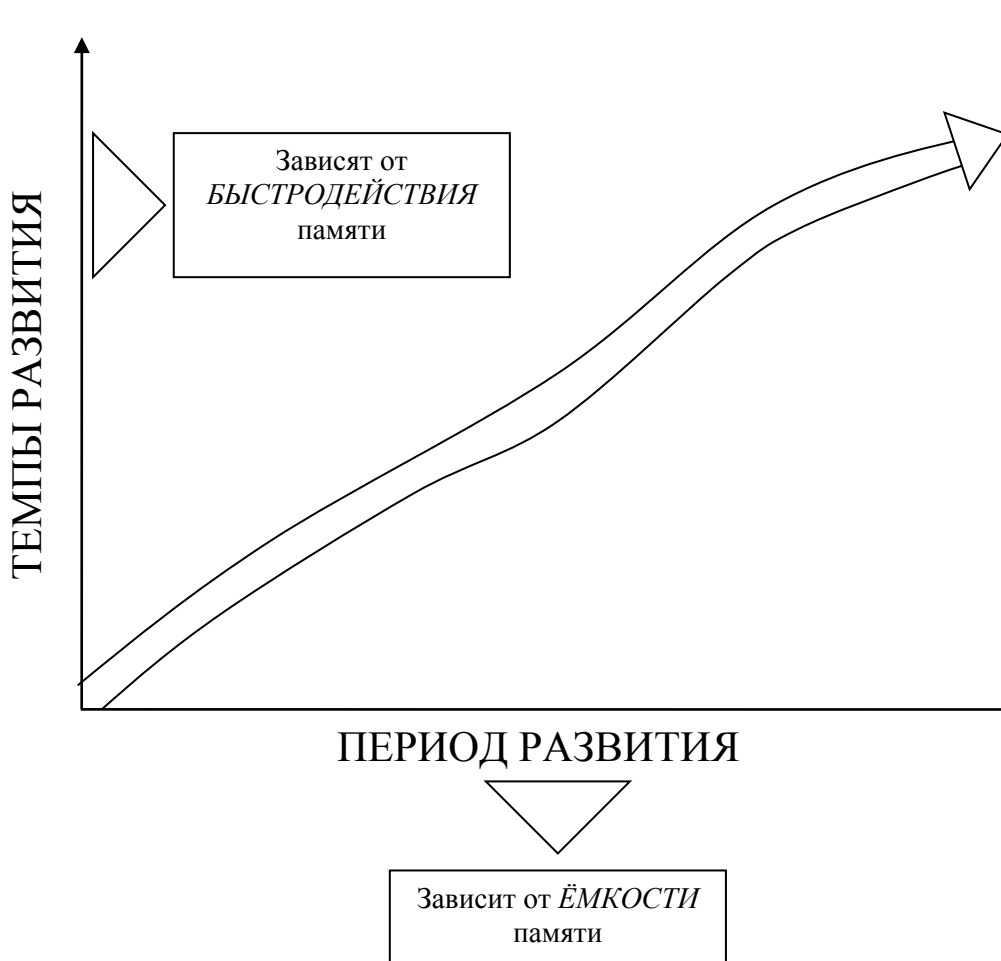


Рис 6.2. Влияние памяти на период и темпы развития

Мы видим, что генетический вид памяти был не единственным в арсенале природы (свои собственные системы памяти, например, имеют элементарные частицы, атомы, молекулы). 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 её свойствами: способ-

ностью сохранять состояние динамического равновесия и изменчивостью (т.е. способностью к случайным изменениям) – явились основой процессов самоорганизации природы и ее развития.

Анализируя особенности памяти можно сделать и ещё один важный вывод. Память является фактором обеспечения *индивидуальной свободы* системы. Лишь обладая достаточными ресурсами памяти, способными накапливать, закреплять и воспроизводить (подчеркнем) *новую (!)* для себя информацию, система способна изменять себя и закреплять данные изменения. Это значит, что благодаря памяти система обладает определенной *степенью свободы* (независимости), в т.ч. и правом на саморазвитие. Без этого система обречена на «подневольное» повторение (тиражирование) отпущенного ей когда-то природой алгоритма ее поведения.

### **6.3 Роль памяти в обеспечении стабильности и изменяемости систем**

Исследования нобелевского лауреата доктора В. Арбера позволили в какой-то мере приоткрыть завесу над информационным механизмом, обеспечивающим процесс развития открытых стационарных систем. Главное, что сделал ученый, он очертил подходы к осмыслению роли *памяти* в данном процессе (Arber, 1978). Очень схематично это можно объяснить следующим образом.

Развитие систем происходит через чередование состояний их *стабильности* (стационарности) и *изменяемости* (перехода к новому стационарному состоянию). За этим кроется взаимная конвертация *энергии* и *информации*. На этапе *стационарности* система удерживает *гомеостаз*, т.е. узкий, стабильный интервал своих параметров. В таком состоянии система работает в наиболее эффективном режиме (в частности, деятельность экономической системы наиболее рентабельна). Это позволяет системе накапливать *энергию* (если говорить о предприятии, квазиэнергию – капитал). Энергия необходима для последующей качественной (восходящей или нисходящей) *информационной* трансформации системой своих параметров и перехода к новому стационарному состоянию с новым гомеостазом.

Так, при помощи механизма стационарности заключенная в системе природа решает проблему накопления энергии, используемой для перестройки материальной основы системы. Энергия необходима для осуществления работы и реализации качественного (информационного) скачка системы к новому гомеостазу. Однако, для информационного преобразования системе нужен не только запас энергии – он лишь вспомогательное средство для выполнения работы. Главное – необходимо аккумуля-

лизовать новую *информацию*, определяющую параметры предстоящего гомеостаза системы. Питательной средой для новой информации служат изменения (мутации) системы.

Из изложенного ранее материала мы знаем, что любые происходящие в системе процессы обслуживаются механизмами *памяти*. Они, в частности, обеспечивают режим *стационарности*. Система «помнит» уровень своего гомеостаза, удерживая свое состояние в очень узком интервале параметров. Механизмы памяти должны также каким-то образом создавать предпосылки для возникновения в системе и закрепления ее памятью *изменений*, которые несут новую информацию.

Для биологических организмов данная двуединая задача обеспечения относительной *стабильности* параметров состояния системы и одновременного генерирования ее *изменчивости* решена именно благодаря *генетической дуальности*, т.е. единству двух различных механизмов памяти. Они действуют на *популяционном* и *индивидуальном* уровнях. Первый обеспечивает наследственно передаваемую устойчивость параметров организмов определённого биологического вида. В силу этого форель всегда рождается только форелью, лягушка – лягушкой, медведь – медведем, а сосна вырастает сосной (Rolston, 1999). Генетическая наследственность – это тот «желобок» характеристик организмов данной популяции, который позволяет им функционировать с максимальной эффективностью в определенной экологической нише. Данное относительное постоянство обеспечивает кроме всего прочего направленность (вектор) эволюции вида.

На уровне *индивидуального* организма механизм памяти призван выполнять совершенно иную миссию. Его задача – обеспечить эволюцию достаточным количеством *изменений*. Именно они являются движущей силой развития вида, задавая темпы эволюционного процесса. Инструментом реализации *изменчивости* есть уникальность (неповторимость) биологических организмов (особей). В природе не существует двух абсолютно идентичных биологических организмов. Появление на Земле любого биологического организма обязательно означает производство новой спонтанной (т.е. неопределенной и случайной) информации. Это создает предпосылки для дальнейшего увеличения биоразнообразия.

**Стабильность и изменяемость социальных систем.** Все общие для определенного биологического вида свойства закрепляются генетической памятью (в ходе естественного отбора) и передаются генетической информацией по наследству.

Формирование социальных систем также происходит в значительной степени на основании информационных кодов, наследуемых одними поколениями от других. Эти коды имеют совершенно другую природу реализа-

ции, и «генетическими» они могут быть названы исключительно условно. Однако и при передаче социальной наследственной информации выдерживается тот же принцип – обеспечения дуальности *относительного постоянства* и *изменчивости* социальных форм жизни (рис. 6.3). Первое передается посредством институтов, (правовых устоев, бытовых традиций, культурных обычаев, общепринятых этических норм, религиозных основ и т.п.) (Введение, 2005; Институциональная, 2008). Второе обеспечивается индивидуальными характеристиками отдельной личности. Они формируются в рамках биологических параметров и ограничений конкретного человеческого организма под воздействием специфических условий отдельной семьи и социально-культурной среды, в которых происходит становление конкретного человека как личностной (информационной) сущности.

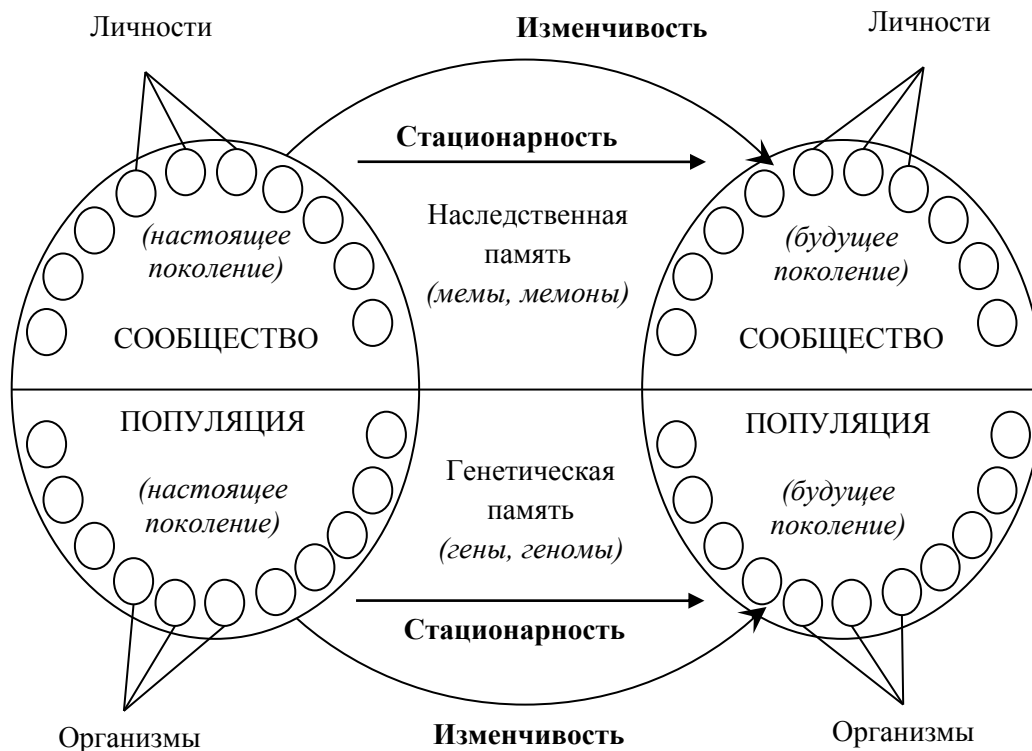


Рис. 6.3. Условная схема передачи наследственной информацией свойств *стационарности* и *изменчивости* в биологических и социальных системах

Таким образом, мы имеем все основания полагать, что в экономике, существует механизм передачи наследственной информации, который может быть условно назван *информационной дуальностью*. Он, как и дуальность генома в биологии, призван решить двуединую задачу – обеспечения *стационарности* и *изменчивости* экономических систем.

В экономике наследственная передача свойств *стационарности* обеспечивается: стандартами и ограничениями на выпускаемую продукцию (существующими в сферах ее производства и потребления); базовыми технологиями; навыками обслуживающего персонала; привычками, предпочтениями и культурными традициями потенциальных потребителей и т.п. Они поддерживаются социальной памятью общества и являются относительно устойчивыми и инерционными. Изменение любого из перечисленных компонентов не может быть осуществлено лишь в рамках одного какого-нибудь предприятия (микроэкономической системы). Это требует трансформации значительного «пласта» макроэкономической системы (согласования, уведомления, разрешения) и занимает, как правило, значительный период времени, так как фактически означает замену одних стандартов поведения экономических систем на другие.

С другой стороны, действуют информационные факторы, которые формируют предпосылки *изменяемости* экономических систем. Они обусловлены: индивидуальными качествами работников предприятий, их способностью делать что-то, что не могут производить на других предприятиях (или наоборот неспособностью делать то, что делают везде, и необходимостью искать собственные пути успеха), самобытностью социальных и природных условий, в которых функционирует экономическая система, и многим другим, что в конечном счете является питательной средой возникновения инноваций. Однако, чтобы эта благоприятная «почва» дала всходы-инновации, она должна быть засеяна мотивационными «семенами», стимулирующими личные или общественные интересы индивидуумов и коллективов. А кроме этого необходимы стимулирующие условия в виде возникающих проблем, ограничений, конкуренции.

Через упомянутую дуальность обеспечивающую стационарность и изменчивость экономических систем фактически закладывается подоснова наполнения содержанием первых двух составляющих открытой Ч. Дарвином эволюционной триады: *изменчивость – наследственность – отбор*. Подробней механизмы изменчивости и наследственности систем будут рассмотрены в главе 9.

### 6.4 Дуализм экономических систем

Физикам известен так называемый эффект дуализма, когда частицы проявляют одновременно свойства *дискретности* и *поля* (кванта, волны). Но если определенные эффекты присущи микромиру, не действуют ли они и на макроуровне – в частности, на уровне экономических систем? Не проявляют ли качества, аналогичные свойствам дискретной частицы и поля,

экономические субъекты? По всей вероятности, можно говорить утвердительно о том, что в той или иной степени свойством, схожим со свойством *дуализма*, обладает любая из частей любой системы, в том числе экономической.

**Явление дуализма** (тракуемое в данной работе) заключается в том, что определенный элемент обладает одновременно свойствами: а) *дискретной единицы* (корпускулы), координаты которой могут быть однозначно определены в пространстве и времени как условной *точки*; б) *полевой сущности*, имеющей значительную протяженность в пространстве и распространенность во времени.

На идею о дуализме экономических систем наталкивают, в том числе, и такие соображения. Как известно, любая система проявляет значительно больше качеств (свойств), чем те, которыми обладают ее подсистемы. Откуда берутся эти новые качества? Выскажем предположение, что их носителями являются те же части (подсистемы), которые образуют новое системное целое, только выступающие в качестве не дискретных единиц, а полевых сущностей. До образования этого целого упомянутые свойства проявляются у каждой подсистемы (части целого) не на реальном, а на виртуальном (т.е. потенциально возможном) уровне.

Свои *полевые свойства* экономические системы проявляют в пространстве и во времени (рис. 6.4):

- *в пространстве* – как носители экономических отношений: во-первых, с *поставщиками* исходных ресурсов; во-вторых, с *потребителями* выпускаемой продукции; в-третьих, с *государством*, предоставляющим социальные услуги; в-четвертых, с *населением* определенной территории (административного региона), делегирующим свое право распоряжаться общественными (природными и инфраструктурными) активами данной территории избранному органу и местной администрации; в-пятых, с различного рода *конкурентами* (за ресурсы, за потенциальных потребителей, за возможности использования ограниченных природных благ и объектов инфраструктуры); в-шестых, с *нижестоящими структурами* (дочерними и сопряженными предприятиями);

- *во времени* – как субъекты, которые являются предметом действия причинно-следственных связей: во-первых, как результат событий, имевших место *в прошлом* (являясь носителем определенной наследственности и истории своих предшественников), а во-вторых, как источник (причина) событий, распространяющихся *в будущее*.

Любое предприятие, проявляя свойства экономического субъекта (т.е. дискретной единицы) со своим адресом (юридического или физического лица), собственностью, исполнителями, оказывает в то же время влияние

на другие сферы деятельности за пределами своего формализованного присутствия, создавая как бы своеобразное *экономическое поле* (Пахомова и др., 2009). Например, можно говорить, что любое предприятие формирует предпосылки функционирования соответственно поставщиков ресурсов и потребителей своей продукции.



Рис. 6.4. Двойственная природа экономических субъектов

Прекрасной иллюстрацией является развитие автомобилестроения в США. Автомобиль (предполагающий конкретные предприятия по его производству) создал инфраструктуру, сопутствующие товары, стиль жизни Америки, обеспечил развитие нефтеперерабатывающей промышленности, дорожного строительства, танкерного флота, сервиса по обслуживанию машин, обучения автомобилистов, дорожного полицейского контроля, а в наши дни – еще и спутниковой навигации, а также многого другого.

В Советском Союзе строительство и функционирование многих предприятий оказывало колоссальное влияние на развитие целых регионов и страны в целом. Под них возводились города (достаточно вспомнить АвтоВАЗ с его городом Тольятти, КамАЗ с г. Набережные Челны, Норильский металлургический комбинат с Норильском), строились транспортные магистрали, прокладывались морские пути и авиамаршруты, формировалась инфраструктура, преобразовались природные экосистемы, открывались про-



фессионально-технические училища, техникумы, высшие учебные заведения.

Экономические субъекты могут оказывать влияние и на политику целых стран. Наиболее характерными примерами является активная политика США по продвижению на зарубежные рынки продукции предприятий птицеводства (получившая название «Ножок Буша»), ресурсные войны в Персидском заливе, лоббирование под воздействием ВПК различных форм обострений международной ситуации и холодных войн, а в современной истории – клубок противоречий в Сирии, также имеющих ресурсный подтекст.

Свойствами дуализма обладает и человек. Его физиологическая природа ограничена размерами биологического тела и реализует корпускулярные свойства. Личностная (социальная) сущность человека имеет нематериальную (информационную) природу реализации. Она формируется обществом (несет информацию обо всем социальном поле) и сама, в свою очередь, участвует в формировании этого поля.

Таким образом, каждое предприятие создает своеобразное информационно-энергетическое поле. Ориентируя потоки капитала различной степени мощности в разные сферы (сектора) деятельности (например, в производство ресурсов или эксплуатацию производимой продукции), данное поле является источником квазиэнергии конкретных предприятий. Причем энергия эта определенным образом информационно направлена и сконцентрирована. Сказанное дает основание говорить об *информационном векторе* энергетического поля. Поле простирается в пространстве и распространяется во времени. Как мы могли убедиться, это поле может иметь как отрицательное, так и положительное значение, принося другим предприятиям негативные последствия (например, в форме повышенных издержек, ущерба, упущенной выгоды) или дополнительные блага экономического и информационного характера.

### **6.5 Эволюция систем памяти, социальная память**

На рис. 6.5 показаны основные этапы формирования систем памяти, т.е. накопления, хранения и воспроизведения информации в ходе эволюции природы в земных условиях. Решающую роль в становлении человеческой цивилизации сыграла *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.

Н. Н. Моисеев: «...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 всей своей жизнью, должны были быть могучие причины.

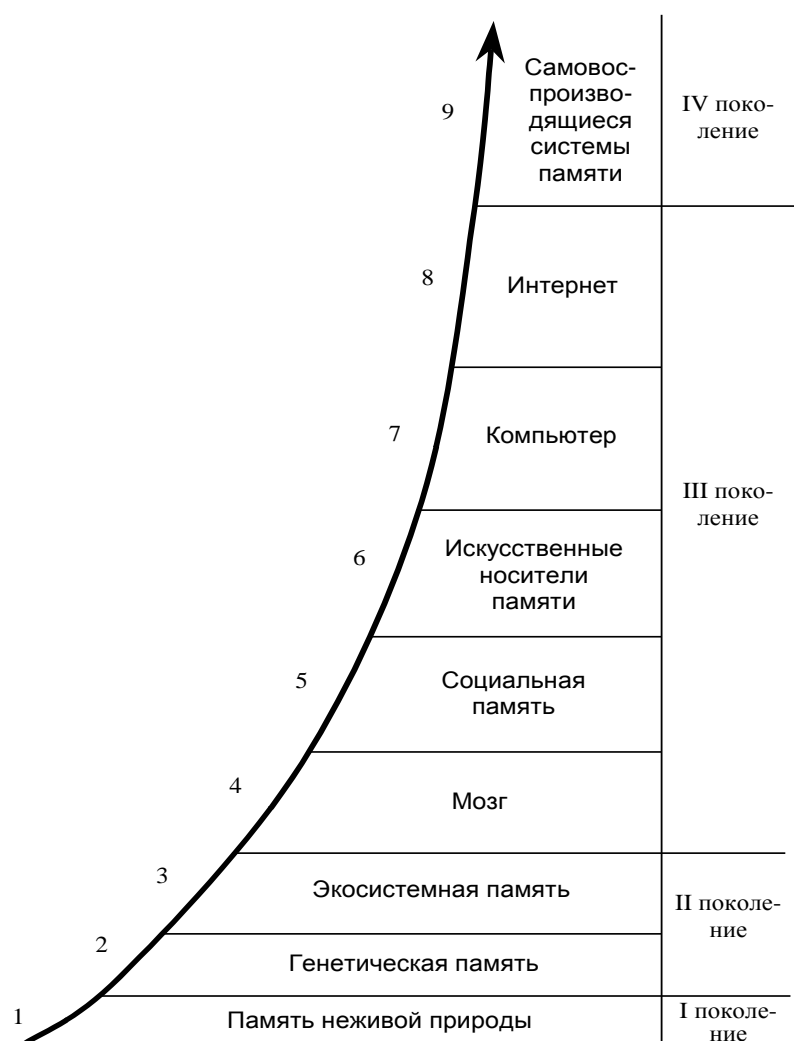


Рис. 6.5. Основные этапы формирования систем памяти

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.

...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» (Моисеев, 1990).

**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.

В качестве *мема* могут выступать: *мелодии, идеи, модные словечки и выражения, теории (в частности, 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*, группирующиеся 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).

В качестве *экономических мемов* могут рассматриваться использующиеся на различных предприятиях технологии, номенклатура и ассортимент выпускаемой продукции, необходимые знания и навыки работающих. Экономическими аналогами *тем* выступают отраслевые стандарты, применяемые в отрасли технологии и выпускаемые группы товаров, пр. Экономическими аналогами *сцен* можно считать структуры и специфические характеристики национальных экономик. Наконец, в качестве экономических аналогов *драм* выступают преобладающие в мировой экономике на текущий момент времени базовые технологии, группы товаров, стили жизни, стандарты.

Фабер и Прупс (Faber and Proops, 1991) пошли еще дальше, описав 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 мнению Й. Кёна (Köhn, 1996), эти системы экономических характеристик являются «хранилищем информации («*генологией*»

человеческого процесса)». Таким образом, используя вышеприведенную терминологию Дюкинса, аналог «экономического генотипа» можно назвать «*мемоном*» (memone).

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 (Мельник, 2003).

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. Единая всепланетная система памяти, к которой может подключиться, как к «облаку», каждый житель Земли, на наших глазах становится реальностью.

Одна из важнейших 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 позволяют извлечь либо сконструировать ее память.

В числе возможных вариантов можно назвать:

- стандарты (сценарии) прошлого поведения самой системы в аналогических 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.

Субъективное восприятие людьми, формирующими систему, объективных результатов каких-то действий формируется благодаря функции *памяти* данной социальной системы. На этапе принятия решений и первое,

и второе могут быть реализованы только в виртуальной реальности, т. е. быть предполагаемыми («виртуальный» – от лат. *virtualis* – возможный, потенциальный).

Чем богаче арсенал виртуальных продолжений состояния системы и выше аналитические способности принимающего решения, тем успешнее будет выбор.

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод, что основными факторами, формирующими *память* социальной системы, могут рассматриваться:

- 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.

Все перечисленные 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.

## ГЛАВА 7. СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ

### 7.1 Содержание и условия проявления синергетического эффекта

Основополагающим условием функционирования и развития материальных объектов любого уровня является способность отдельных частей пространства объединяться в единые целостные системы. В основе этого лежит:

- во-первых, феномен *синергии*, т.е. сущностное начало природы, обуславливающее присущую любым природным объектам способность к согласованному (кооперативному) поведению;
- во-вторых, феномен *синергизма* (синергетизма), т.е. явление реализации в реальной действительности согласованного поведения, в результате которого отдельные компоненты (подсистемы) формируют целостные единые системы.



Рис. 7.1. Схема реализации связей между организмом и внешней средой

Мир так устроен, что всё сущее в нем состоит из систем.

Американский биохимик и философ Кен Уилбер в книге с интригующим названием: «Краткая история всего» высказал мысль: «Реальность состоит из целого/частей, или «холонов»» (от англ.: *whole* – целый; термин Артура Кестлера) Это следует понимать, что всё в мире состоит из систем, которые в свою очередь являются частями других систем» (Уилбер, 2006). В частности, атомы, из которых формируются молекулы, состоят из элементарных частиц, которые сами являются сложными физическими системами; молекулы образуют клетки, формирующие биологические организмы и т.д. Схематично системное построение природы показано на рис. 7.1.

Для реализации синергетического механизма необходимо соблюдение нескольких фундаментальных условий, а именно свойств, которые бы проявляли элементы (подсистемы) единого целого (системы) (табл. 7.1).

Лишь проявление системными элементами всех указанных свойств создаёт предпосылки для возникновения и долговременного устойчивого развития системы нового (надсистемного) уровня из указанных взаимодействующих между собой элементов.

Таблица 7.1. Свойства подсистем, необходимые для проявления эффекта синергизма и формирования системы

Свойство	Характеристика свойства
Единство закономерностей	Подчинённость отдельных элементов единым закономерностям
Адаптивность	Способность отдельных элементов систем реагировать на изменение внешней среды
Когерентность	Согласованное (синхронное) действие отдельных элементов системы в пространстве и времени
Коэволюционность	Синхронность циклов развития (изменения во времени) отдельных элементов системы
Взаимодополняемость	Существование у отдельных элементов системы функций, которые отсутствуют у смежных элементов и которые могут усиливать функциональную активность этих элементов
Взаимозависимость	Отсутствие у отдельных элементов системы возможности выполнять определенные функции, необходимые для их существования, но которые могут выполняться другими элементами
Взаимовыгодность	Явление повышения эффективности функционирования отдельных элементов системы при их взаимодействии с другими элементами

Остановимся подробнее на некоторых из свойств.

## 7.2 Содержание предпосылок синергизма

**Единство закономерностей.** Подсистемы должны действовать в едином пространственно-временном поле с общими закономерностями. Необходимо наличие определённых общих закономерностей (правил), которым бы следовали части, формирующие систему. Данные правила являются неотъемлемой предпосылкой согласованного поведения отдельных частей. Для физических объектов такими общими правилами есть физические законы природы; для вещественных структур – химические законы формирования веществ (в частности, те, которые отражены в периодической системе Д. Менделеева). Функционирование экономических систем подчиняется фундаментальным экономическим законам (например, закону соответствия спроса и предложения).

**Адаптивность.** Части (подсистемы), образующие систему, должны обладать возможностью корректировать свои действия, *адекватно реагируя* на изменения условий среды, в которых функционируют они сами и смежные подсистемы, формирующие в совокупности с ними целостный организм системы. Важно, что эту адаптационную функцию подсистемам приходится реализовывать в обстановке, когда значительная часть происходящих изменений носит неопределённый и случайный характер.

Говоря о действиях системы в ответ на изменения условий среды, важно правильно понимать смысл слов *адекватная реакция*. Система должна не просто *реагировать*, т.е. предпринимать какие-то действия по реализации механизмов обратной связи. Нужно, чтобы эти действия были адекватными, т.е. а) *актуальными* (уместными) по содержанию и б) *своевременными*. Правильные в принципе, но несвоевременные действия любой из потенциальных подсистем так же, как и её своевременные, но неуместные в данной ситуации действия, могут в равной степени препятствовать функционированию всей системы как целостного образования. Например, реагируя на снижение спроса на какой-либо вид производимой продукции, предприятие может усилить рекламную кампанию и предложить ценовые скидки. Однако эти действия должны умело координироваться во времени. Это требует едва ли не ежедневного учёта факторов сезонности, текущей конъюнктуры, курса валют и других факторов. В противном случае дополнительные затраты (на рекламу) или экономические потери (от снижения цен) могут оказаться безрезультатными, т.е. не обеспечат необходимое увеличение (объёмов реализации продукции и желаемый прирост доходов).

Чтобы подсистема могла адекватно реагировать на изменения среды ради сохранения целостности системы, необходимо выполнение ряда условий:



во-первых, подсистема должна *обладать достаточной степенью свободы*, чтобы иметь возможность самой изменяться (это предполагает отсутствие соответствующих непреодолимых ограничений);

во-вторых, подсистема должна *иметь возможность осуществлять соответствующие действия*, необходимые для реализации механизмов обратной связи (это предполагает наличие достаточного энергетического (квазиэнергетического) потенциала – энергоресурсов, материальных и финансовых средств);

в-третьих, подсистема должна *быть способной осуществлять необходимую информационную деятельность* (т.е. оценивать состояние параметров среды, в том числе состояние смежных подсистем; сравнивать полученную информацию с некими стандартными значениями, хранящимися в её памяти; принимать адекватные решения по реализации механизмов обратной связи, трансформирующих состояние подсистемы; взаимно координировать поведение отдельных компонентов подсистемы и пр.).

Каждая из упомянутых трёх групп факторов чрезвычайно важна при формировании экономических систем. В частности, экономический субъект любого уровня: от простого реализатора на рынке до крупного производственного объединения – должны обладать рядом качеств.

Во-первых, экономический субъект должен иметь соответствующие *полномочия (степень свободы)* на принятие решений по изменению параметров своей деятельности в зависимости от складывающейся ситуации (Гринберг, 2013).

В частности, реализатор должен иметь право принимать на реализацию товары (или отказываться от этого) в зависимости от текущего спроса на них, проводить в определённых пределах диверсификацию цен в зависимости от количества приобретаемого товара, категории покупателя, текущей кондиции товара, времени реализации и т.п. Предприятие должно иметь право выбора номенклатуры производимых изделий (услуг), объёмов производства, ценовой политики, распоряжения наличным капиталом (приобретения или продажи производственных активов, принятия на работу или увольнения сотрудников и т.д.). При отсутствии упомянутых полномочий эффективность функционирования отдельных экономических субъектов и системы в целом резко снижается. Это ведёт её к деградации. В ряде же случаев может наступать постепенное или «аварийное» (т.е. практически мгновенное) блокирование работы экономических систем. Следует подчеркнуть, что все перечисленные качества отсутствовали в деятельности экономических субъектов при командной экономике советского образца. Так что её распад носил не ситуационный, а вполне системный характер.

Во-вторых, чтобы реагировать на изменения среды, экономический субъект должен располагать *необходимыми средствами* (квазиэнергетическими ресурсами). Реализация механизмов обратной связи неизбежно

требует издержек. В частности, предприятие вынуждено нести дополнительные затраты (на перестройку производственной программы, на дополнительную рекламу, пр.). Одной из форм несения издержек является потеря части прибыли, когда предприятие или частный предприниматель вынуждены снижать цену реализации продукции ради сохранения или увеличения объемов продаж.

В-третьих, экономический субъект должен быть способен к *информационной деятельности*, чтобы, оценив ситуацию на рынке, свои возможности, поведение конкурентов и потребителей, принять адекватное (по содержанию и времени осуществления) решение по корректированию своей деятельности.

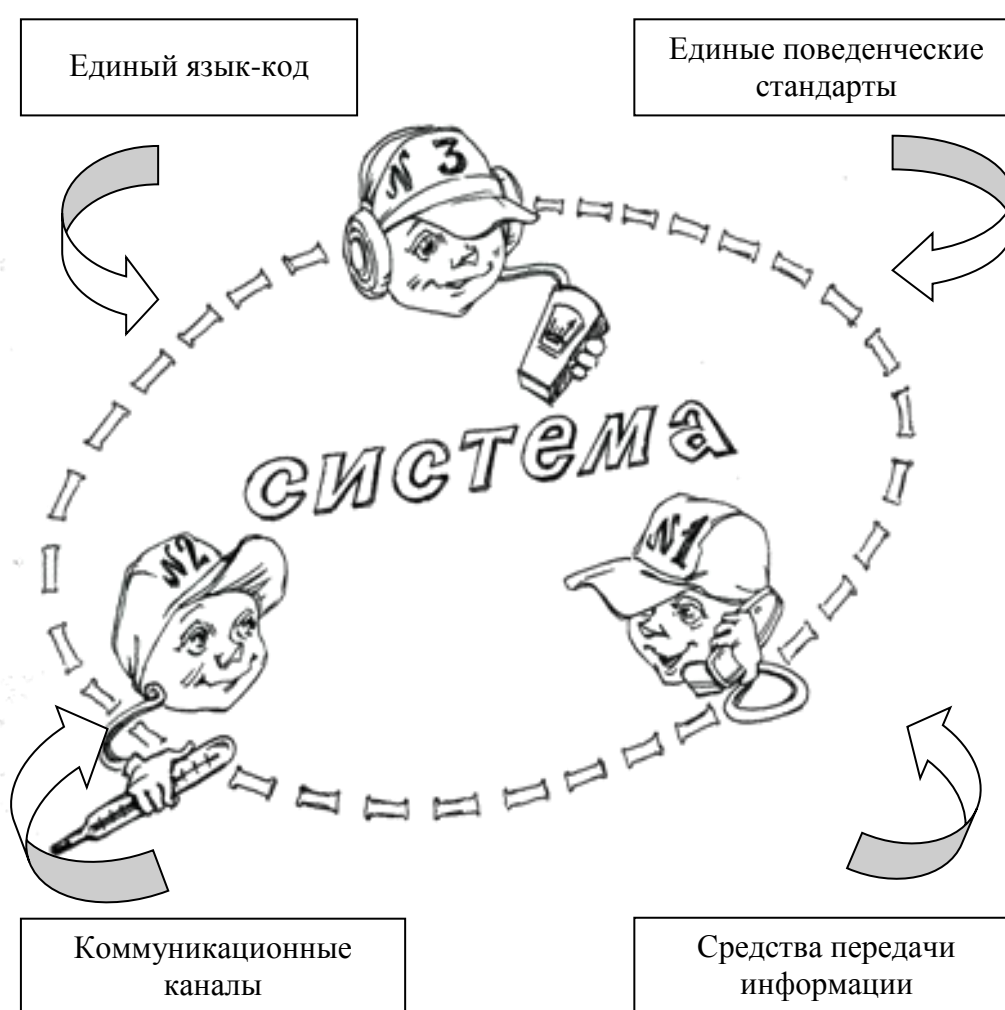


Рис. 7.2. Предпосылки достижения когерентности подсистемами при формировании системы

**Когерентность.** Обязательной предпосылкой возникновения и функционирования системы является синхронизация деятельности её отдельных подсистем, взаимная согласованность их поведения. Выражаясь язы-

ком физиков, подсистемы должны действовать *когерентно*. Подобное поведение неосуществимо, если не будет соблюдаться ряд условий, обеспечивающих согласованность функционирования подсистем. В числе основных можно назвать (рис. 7.2):

- наличие *единого языка-кода*, понятного всем подсистемам, для передачи информации (уже открыт язык – токи высоких частот, – на котором «переговариваются» клетки в организме), экономические субъекты общаются на «языке цен» (тарифов, ставок, процентов, дивидендов, пр.) – он понятен для субъектов любого уровня;
- единые *поведенческие стандарты*, обуславливающие единство пространственно-временных ритмов;
- *коммуникационные каналы*, по которым осуществляется материально-информационный метаболизм между подсистемами;
- *средства передачи* вещества, энергии, информации между подсистемами.

### 7.3 Реализация синергетического эффекта в системах

Понимание сути синергетического эффекта вытекает непосредственно из определения системы. Если система – это целое, большее суммы его материальных частей, то интегральный результат функционирования этого целого должен отличаться от условной суммы результатов деятельности его отдельных частей (подсистем) при условии их автономного функционирования (если такое в принципе вообще возможно).

Примером того, что целое может быть больше суммы составляющих его материальных частей, является молекула воды. Её образуют атомы водорода и кислорода, находясь в определенной пропорции и взаимодействуя между собой.

Насколько важно для формирования данной химической системы соблюдение не только нужного количественного соотношения атомов упомянутых элементов, но и условий, при которых атомы могут вступить в реакцию (взаимодействие), показывает рис. 7.3. Количественное соотношение атомов водорода и кислорода в обоих сосудах одинаково. Только в первом они остаются всего лишь суммой двух химических элементов, находящихся в определенной пропорции, так как существуют препятствия для их взаимодействия. Во втором сосуде – новое вещество, которое приобрело свойства, не существующие ни у водорода, ни у кислорода. Это новое качество возникает благодаря химической реакции исходных элементов.

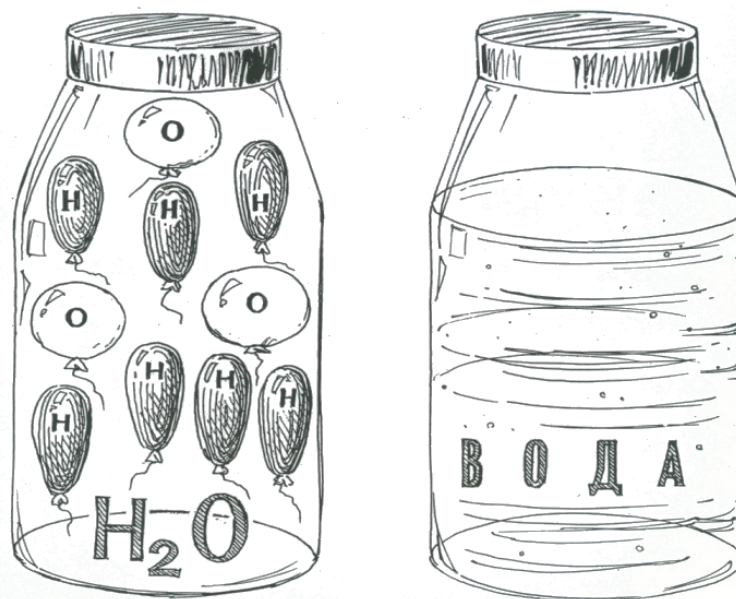


Рис. 7.3. Реализация синергетического эффекта при образовании из атомов кислорода и водорода (левый сосуд) нового вещества – воды (правый сосуд)

Исходя из сказанного, *синергетическим эффектом* функционирования системы можно считать условную разницу двух величин: интегрального результата функционирования системы как единого целого и условной (теоретически возможной) суммы результатов деятельности подсистем этого целого при условии их автономного функционирования. Схематически в математической форме синергетический эффект может быть выражен формулой:

$$E_{\text{син}} = R_{\text{син}} - \sum_{i=1}^n r_i \quad (7.1)$$

где,  $R_{\text{син}}$  – результат деятельности системы как единого целого;  
 $r_i$  – условный результат деятельности  $i$ -той подсистемы при условии её автономного функционирования;  
 $n$  – количество подсистем в системе.

Приведенная формула действительна для реализации синергетического эффекта в системах различной природы формирования и различного уровня.

## 7.4 Синергетический эффект в экономике

И. Ансофф в книге «Стратегический синергизм» определил *синергетический эффект* в экономике как разницу между результатом совместных усилий нескольких *бизнес-единиц* и итоговым показателем их автономной работы (Ансофф, 2004). В экономической литературе синергетический эффект символически выражают формулой:

$$2 + 2 \neq 4. \quad (7.2)$$

Игорь Ансофф: «В деловой литературе синергизм также называют эффектом:  $2 + 2 = 5$ , подчеркивая тем самым, что компания объединяется с другими фирмами для того, чтобы результаты их совместной деятельности значительно превосходили их достижения по отдельности» (Ансофф, 2004).

Следует заметить, что объединение для совместной деятельности бизнес-единиц, по словам И. Ансоффа, является лишь *предпосылкой* реализации синергетического эффекта, но далеко не обязательным фактом его произвольного возникновения. Любой производственный процесс, как и вообще любой вид экономической деятельности, – это отнюдь не механический акт соединения различных видов капитала или производственных активов, но особый вид творческой деятельности, требующий искусства всех участников процесса: от руководителей до конкретных исполнителей. При высоком уровне взаимодействия обеспечивается максимально высокий результат (система достигает максимального уровня своей эффективности). При более низком – подсистемы будут просто функционировать по соседству друг с другом, лишь имитируя процессы согласованного поведения ( $2 + 2 = 4$ ).

Не исключены, впрочем, ситуации, когда бизнес-единицы не только не способствуют взаимному улучшению своих результатов, но даже мешают друг другу:

$$2 + 2 < 4, \text{ или: } 2 + 2 = 3.$$

В этом случае можно констатировать, что сформированное целое является меньшим суммы частей, из которых оно состоит, иными словами, своеобразной *антисистемой*. В ней происходит неэффективное поддержание функциональной деятельности, увеличивается диссипация энергии и возрастает производство энтропии. Существование подобной антисистемы создает предпосылки для её постепенной деградации и разрушения отдельных составляющих единиц (подсистем).

Знакомство с экономической литературой позволяет систематизировать основные виды синергизма, которые проявляются в экономических системах (рис. 7.4).



Рис. 7.4. Виды синергизма в экономических системах

Охарактеризуем подробнее некоторые виды синергизма.

*Межличностный* синергизм возникает в результате взаимодействия двух или более людей с взаимодополняющими личностными характеристиками. Ключевыми характеристиками возникновения личностного синергизма являются общественное разделение труда и специализация на определённых видах деятельности.

*Управленческий* синергизм проявляется вследствие интеграции управленческой деятельности сотрудничающих компаний (подразделений) или достигается за счёт заимствования партнерами по бизнесу друг у друга *управленческого опыта* (управленческих ноу-хау), а также *сопутствующей информации*, полученных каждой из бизнес-единиц. Эффект от подобного синергизма может проявляться в форме преимуществ от совместной конкурентной борьбы.

*Операционный* синергизм связан с получением выгод, обусловленных возможностью снизить операционные издержки экономических субъектов благодаря их согласованной деятельности. Можно выделить четыре основных направления реализации операционного синергизма: *снижение издержек, увеличение объемов продаж, увеличение уровня цен, увеличение темпов роста.*

*Финансовый* синергизм возникает вследствие согласованного ведения бизнес-единицами своей финансовой деятельности. Основными формами выгод от проявления финансового синергизма являются: снижение налоговой нагрузки на бизнес-единицы; снижение издержек от несвоевременных платежей; увеличение возможностей участия в различных программах, дающих финансовые преференции; улучшение для клиентов финансовых условий приобретения товаров (введение кредитных карточек, чековых счетов, жилищной ипотеки, займов и т.п.); возможность концентрации во времени финансовых средств на критических направлениях ведения бизнеса; снижение финансового риска, взаимная финансовая поддержка.

*Торговый* синергизм предполагает возникновение эффектов вследствие следующих групп факторов: согласованного использования общих каналов сбыта продукции; совместного использования средств торговой деятельности: торговой сети, транспорта, складских помещений.

*Маркетинговый* синергизм возникает вследствие согласованного ведения бизнес-единицами маркетинговой деятельности, а именно: маркетинговых исследований продвижения товаров на рынок; маркетингового планирования; использования информационных маркетинговых систем, рекламной деятельности; содержания дилерских и сервисных сетей.

*Эксплуатационно-сервисный* синергизм возникает в случае объединения деятельности бизнес-единиц по послепродажному обслуживанию товаров. Часто совместные сервисные центры создаются при совместных же сетях торговых точек.

*Утилизационный* синергизм предполагает объединение усилий двух или нескольких экономических субъектов в деле захоронения или утилизации отходов производства и/или потребления продукции.

*Инвестиционно-инновационный* синергизм возникает вследствие согласованной деятельности бизнес-единиц в сфере реализации инновационных проектов (внедрения новых видов продукции, технологий, управленческих методов).

## ГЛАВА 8. МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ И ИЗМЕНЯЕМОСТИ СИСТЕМЫ

### 8.1 Механизмы обратной связи

Как было показано в главе 1, *стационарность* является одним из ключевых свойств систем. Соответственно, поддержание гомеостаза – её ведущая функция. Для своего существования и развития система обязана непрерывно поддерживать постоянство своих характерных признаков и параметров. Это значит, она неизбежно должна реагировать на внутрисистемные и внешнесистемные изменения.

Постоянно изменяющиеся внешние условия функционирования системы требуют наличия у нее эффективных механизмов управления своим состоянием. Адаптироваться под изменяющиеся условия среды система должна, изменяя параметры своих внутрисистемных элементов (подсистем) и переставляя по ходу связи между ними. Эту проблему природа решила с присущей ей гениальностью, создав механизмы *обратной связи*.

**Обратная связь** – это ответ (реакция) системы на действие воздействующего фактора (фактора влияния) через изменение параметров своего состояния (Ramaprasad, 1983; Mindell, 2002; Gasparyan, 2008).

В частности, факторами влияния, которые заставляют предприятие корректировать свою деятельность, могут быть: изменение спроса на его продукцию, сопровождающееся увеличением или уменьшением объема реализации произведенной продукции; изменение востребованной номенклатуры (видов товаров): сезонная или региональная трансформация сегментов рынка; изменения научно-технологического характера; изменения на рынках сырья, энергии, трудовых факторов; изменения в поведении конкурентов; изменения естественно-ресурсных условий и др. Факторы влияния могут иметь и внутрисистемный характер, приобретая форму изменений, происходящих внутри самой системы, в частности, в ее кадровом составе, технологической основе, конструкциях изделий, составе собственников предприятия и т.д.

В зависимости от направления реакции (ответа) системы на фактор воздействия различают два вида механизмов обратной связи: *отрицательный* и *положительный*.

**Отрицательная обратная связь** – это реакция системы, при которой ее действия в ответ на действие фактора влияния направлены в противоположную сторону от направления его действия. Иными словами, система пытается противодействовать влиянию указанного фактора, ослабляя или



полностью нейтрализуя последствия от его действия, чтобы максимально сохранить свое предыдущее состояние.

**Положительная обратная связь** – это реакция системы, когда действия системы в ответ на действие фактора влияния направлены в ту же сторону, что и направление его воздействия. Иными словами, система пытается усилить последствия влияния фактора воздействия, изменяя свое предыдущее состояние (уровень гомеостаза).

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

*Пример 1.* Человека сильно толкнули, и он начинает терять равновесие. У него два варианта поведения.

Первый – попробовать удержаться на ногах. Чтобы устоять, ему необходимо отклониться в сторону, обратную направлению падения. Это и будет означать действие механизма *отрицательной* обратной связи. Если падающий человек успеет компенсировать угол своего наклона за счёт отклонения в противоположное направление, он устоит. Если нет – упадет с большой вероятностью получения травм, поскольку вся его энергия и внимание расходуется на то, чтобы удержать существующее состояние равновесия, а не на то, чтобы контролировать падение.

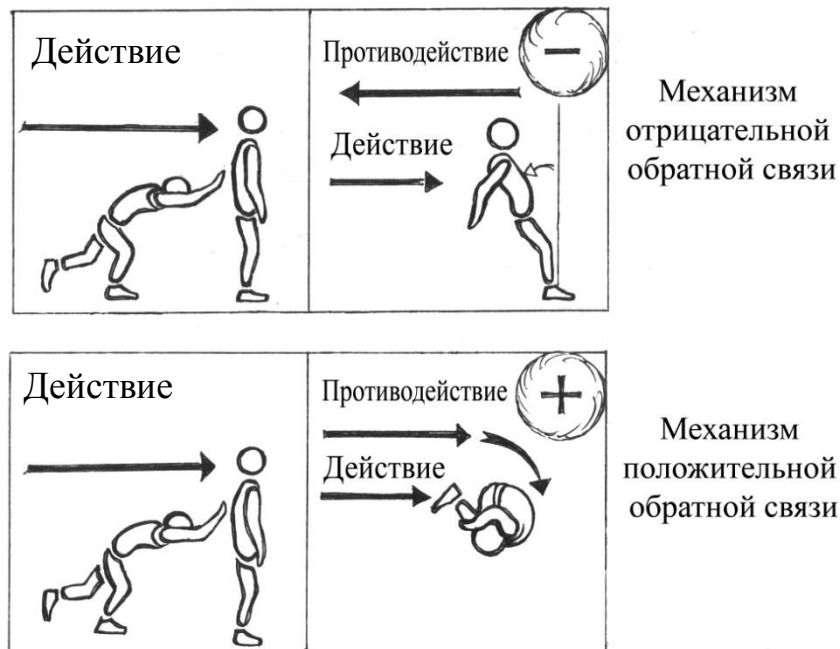


Рис. 8.1. Схема, иллюстрирующая действие механизмов обратной связи

Второй вариант поведения заключается в том, чтобы не пытаться удержаться, а сознательно самому падать так, чтобы ущерб от падения

был минимальным, например, группируясь. Подобной технике падения обычно учат спортсменов. В данном случае действует механизм *положительной* обратной связи – потому что человек реагирует, действуя в том же направлении, в котором на него влияет внешний фактор (как это показано на рис. 8.1).

*Таблица 8.1. Содержание механизмов обратной связи на предприятии в ответ на уменьшение спроса на его продукцию и снижение объёмов её продаж*

Вид (направление) механизма обратной связи	Содержание действия	Вид затрат свободной энергии (квазиэнергии)
1	2	3
Отрицательный	<p>Действия, направленные на сохранение объёма реализации продукции через:</p> <p>а) дополнительный маркетинг и рекламу;</p> <p>б) повышение качества продукции и сохранение объёма продаж при сохранении ценового уровня или вынужденное уменьшение объёма продаж при повышении цены продукции;</p> <p>в) уменьшение цены реализуемой продукции с перспективами увеличения объёма продаж и сохранение общего объёма реализации;</p>	<p>а) дополнительные расходы на маркетинг и рекламу;</p> <p>б) увеличение себестоимости продукции, которое, как правило, ведёт к уменьшению объёма полученной прибыли;</p> <p>в) уменьшение объёма прибыли, которую можно получить от реализации продукции;</p>
Положительный	Отказ от выпускаемой ранее продукции и переход к выпуску и реализации новой продукции	Затраты на модернизацию производства, упущенная выгода от остановки производства и не реализации ранее выпускаемой продукции

На этом принципе построена работа предохранителей в электротехнике. Что-то подобное происходит в военной авиации. При аварии самолет начинает рассыпаться сам, но так, чтобы из него успела катапультироваться кабина с пилотом.

В значительной степени на подобных подходах основано строительство зданий в сейсмоопасных районах. Конструкции обладают возможностью раскачиваться (т.е. использовать контролируемое падение), не разрушаясь.

Следует отметить, что ценой действия любых механизмов обратной связи есть *затраты свободной энергии (квазиэнергии)* системы. В случае реализации механизмов *отрицательной* обратной связи энергия расходуется (или недополучается), чтобы поддержать состояние системы на неизменном уровне. В случае *положительной* обратной связи – система вынуждена нести дополнительные расходы на трансформацию (перестройку) своего состояния (в этом можно убедиться, ознакомившись с содержанием табл. 8.1).

Обе группы механизмов обратной связи – и отрицательных и положительных – обеспечивают устойчивость системы.

## 8.2 Особенности действия механизмов отрицательной обратной связи

Механизм *отрицательной обратной связи* обеспечивает поддержание *существующего гомеостаза*.

Наш организм в любых условиях сохраняет постоянную температуру, но для этого он, к примеру, при повышении температуры внешней среды открывает поры и усиливает потоотделение, выводя с конденсатом лишнее тепло. Увеличение потребности во влаге заставляет нас чаще пить. На холоде происходит обратный процесс: поры закрываются, испарение влаги снижается, а ненужные запасы воды удаляются, но уже другим путем.

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»). На использовании этого 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* (Физический, 1995).

Можно выделить несколько видов и направлений действия механизмов отрицательной обратной связи.

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

*Повышающие* механизмы связаны с необходимостью деятельности системы, направленной «на повышение» определенных параметров гомеостаза при понижении соответствующих параметров внешней среды. В этом случае деятельность системы чаще всего связана с дополнительной активностью (интенсификацией).

*Понижающие* механизмы направлены на понижение определенных параметров системы из-за соответствующего повышения значений параметров внешней среды.

Например, в случае понижения температуры среды организм за счет интенсификации кровообращения вынужден стабилизировать температуру «разогревом». Нечто похожее происходит при снижении спроса на продукцию предприятия. За счет дополнительной активности (реклама, акции) предприятия пытается его стимулировать («разогреть»). И наоборот, при повышении температуры среды организм «сбрасывает» дополнительное тепло благодаря повышенному потоотделению, а экономические системы начинают «притормаживать» свою активность, снижая темпы развития.

В экономической науке существует даже специальный термин «*перегрев экономики*». Он означает чрезмерное финансирование экономического роста, «перекредитование», избыточное вложение государственных средств в экономику, угрожающее чрезмерным дефицитом государственного бюджета и инфляцией (Райзберг и др., 2010). При таком состоянии микроэкономической системы включаются механизмы отрицательной обратной связи, призванные осуществить сдерживание «раскрутки» экономических процессов («связывание» части денежной массы, повышение «цен» (ставок) на денежные средства и кредиты и т.п.).

Безусловно, оба вида механизмов сопряжены с затратами энергии. По *направлению действия* рассматриваемые механизмы условно можно объединить в две группы: *эндогенную* и *экзогенную*. *Эндогенная* группа механизмов имеет внутрисистемную направленность и связана с изменением в самой системе. *Экзогенная* группа направлена на изменение параметров внешней среды. Это может быть связано с кондиционированием условий среды, обработкой (фильтрацией) входных и выходных метаболических потоков, кооперированием с другими системами, миграцией данной системы в пространстве и времени.

Подробно виды и особенности механизмов обратной связи рассмотрены автором в работе: Мельник, 2012. Еще раз повторим, что механизмы отрицательной обратной связи призваны сохранять существующий уровень гомеостаза системы, адаптируя параметры ее метаболизма под изменяющиеся условия среды.

### 8.3 Особенности применения механизмов положительной обратной связи

Стационарная система способна поддерживать состояние динамического равновесия только за счет использования получаемой ею же свободной энергии. Однако что произойдет, если динамическое равновесие все же будет необратимо нарушено, т.е. параметры системы выйдут за пределы «точки невозврата» к существовавшему уровню гомеостаза? Причин может быть две:

а) изменения в самой системе (система ослабевает/ становится сильнее);

б) изменения в окружающей среде (она становится менее благоприятной/более благоприятной для поддержания гомеостаза).

Для самой системы эти причины трудно различимы, так как ведут к одинаковому следствию, которое 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 возникать 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»).

В случае действия механизма *положительной обратной связи* система перестраивает свою организационную структуру, изменяя при этом и уровень гомеостаза.

*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 реальным изменением реального уровня гомеостаза, сколько с обеспечением внешних его проявлений. Обычно это связано с реализацией каких-либо защитных функций системы.

*По характеру обратимости* происходящих изменений трансформации гомеостаза можно дифференцировать на две группы: *обратимые* и *необратимые*.

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

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 сектора экономики и предприятия, связанные с сезонными видами работ.

*Необратимые* трансформации связаны с невозможностью вернуться к прежнему качественному состоянию системы, когда даже теоретически исключается возможность возврата к прежнему уровню гомеостаза. 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 оказывается уже не возможен из-за утраты многих связей, существовавших как внутри самой системы, так и вне ее.

*По характеру посттрансформационных изменений* системы трансформационные механизмы можно дифференцировать на две группы:

(1) механизмы, *не изменяющие* характерных признаков системы (*адаптационные механизмы*);

(2) механизмы, *изменяющие* характерные признаки системы, после чего прежняя система прекращает существовать, преобразуясь в свою преемницу (либо преемниц) посредством *бифуркационных* механизмов (будут рассмотрены в следующем подразделе).

Положительные обратные связи обладают свойством *самоусиления*. Чем сильнее они действуют, тем больший импульс со стороны системы получают к усилению.

- Чем больше людей заболели гриппом, тем больше они заразят других;
- чем больше детей родилось, тем больше людей вырастет и родит других детей;
- чем больше денег у вас в банке, тем больше дивидендов вы получите и тем больше денег будете иметь в банке;
- чем больше эрозия почвы, тем меньше растений может на ней расти, а значит меньше будет корней, удерживающих почву, и листьев, смягчающих удары дождевых капель и ветров; – таким образом, создаются предпосылки для еще большего усиления эрозии;
- чем больше высокоэнергетических нейтронов, тем больше они разбивают атомных ядер, и тем больше их снова появляется;

- чем выше достижения в спорте, тем выше вознаграждения, и больше стимулов для новых побед.

**Контроль положительной обратной связи.** Контролируемые *положительные обратные связи* (т.е. уравновешенные механизмами *отрицательной* обратной связи) являются источниками развития (роста). Неконтролируемые положительные обратные связи могут послужить в качестве импульса, инициирующего взрыв, разрушение, коллапс системы. Вот почему наблюдать подобные явления приходится не так часто. Обычно рано или поздно система вынуждена «включать» механизмы отрицательной обратной связи.

Если не принять необходимые меры, эпидемия охватит всех подверженных к заражению людей и лишь тогда пойдет на спад. Обычно люди стараются предпринять активные усилия, чтобы избежать заражения. И благодаря этому механизму отрицательной обратной связи, эпидемия оказывается под контролем.

Если не контролировать рождаемость, перенаселение территории рано или поздно приведет к увеличению смертности. На фоне чрезвычайно низкого социально-экономического уровня жизни людей это может сыграть роль механизма по контролю за увеличением численности населения посредством усиления отрицательной обратной связи.

В приведенных примерах можно проследить общую закономерность. Для системы существует два альтернативных варианта развития событий. Первый – если положительная обратная связь реализуется бесконтрольно, а второй – если предприняты меры для ограничения ее самоусиления.

Более *предпочтительным* для системы является снижение интенсивности использования механизмов положительной обратной связи. Это означает, в частности, замедление темпов роста системы и обычно является для нее более благоприятным, нежели попытки за счет усиления отрицательных обратных связей сдерживать одновременно реализуемые неконтролируемые механизмы положительных обратных связей. Иными словами, лучше сознательно снижать стимулирующее воздействие положительной обратной связи, чем параллельно использовать механизмы отрицательной обратной связи для «гашения» возможного нарастания отрицательных последствий. Если проводить параллель с вождением автомобиля: перед препятствием лучше заблаговременно убрать ногу с педали газа, чем одновременно жать и на нее, и на педаль тормоза.

Наряду с *информационным аспектом* рассматриваемой проблемы большую роль играет и *энергетический (квазиэнергетический)* аспект. Одновременное нескоординированное применение механизмов *положитель-*

ной и отрицательной обратной связи не только значительно усложняет информационный алгоритм управления системой, но и существенно снижает эффективность функционирования системы. Ведь оба упомянутых вида обратной связи требуют затрат энергии (средств). Такие затраты будут существенно увеличиваться, если *неконтролируемое* действие механизмов положительной обратной связи будет воспроизводить необходимость параллельного применения механизмов отрицательной обратной связи, также требующих затрат энергии.

*Контролируемое* использование механизмов положительной обратной связи обычно щедро вознаграждает тех, кто умело этим пользуется. Формами такой награды бывают: экономические успехи, признание общества, уверенность в собственных силах. Все это стимулирует повторение успеха уже в большем масштабе. В экономической литературе это получило название «петли: от успеха к успешности».

**Механизмы обратной связи в экономике.** Можно привести ряд примеров реализации механизмов обратной связи в экономических системах.

*Регулирование курса национальной валюты.* При снижении спроса на национальную валюту и повышении спроса на иностранную наблюдается падение курса национальной валюты. В этом случае для стабилизации валютного курса используется механизм *отрицательной обратной связи* посредством интервенции иностранной валюты, т.е. выброса на рынок дополнительного её количества. Спрос на неё снижается и валютный курс стабилизируется. При обратном процессе, когда повышается спрос на национальную валюту и снижается на иностранную, государство выкупает часть иностранной валюты. Количество последней на рынке снижается, а национальной – наоборот увеличивается – курс стабилизируется.

*Регулирование цен на основные продукты питания.* В истории современной Украины нередки случаи резкого повышения ажиотажного спроса на некоторые продукты питания (сахар, крупы, муку). При достаточном количестве соответствующего продукта в госрезерве ажиотажный рост цены может быть «сбит» государственной интервенцией на рынок соответствующего продукта по сниженной цене. Другой путь – дополнительный импорт проблемных товаров. Подобным образом можно бороться и против спекулятивного сезонного поднятия нефтетрейдерами цены на топливо. Все эти подходы основаны на реализации механизмов отрицательной обратной связи.

*Снижение удельных затрат на сырье при росте цен на него.* При повышении дефицита и соответствующем росте цен предприятия стремятся проводить ресурсосберегающие мероприятия (действие механизма отрицательной обратной связи). Дополнительные затраты на ресурсосбережение



постепенно начинают окупаться за счёт снижения потребности в дорогом сырье. Подобным образом экономические системы мира отреагировали на нефтяной кризис 1970-х годов, что привело к падению цен на нефть в 1980-е годы. Подобная ситуация наблюдается и в настоящее время. Разница только в том, что рост цен на ископаемые энергоресурсы стимулировал колоссальное развитие возобновимых энергоресурсов в 2014 году и особенно 2015-м году.

*Увеличение покупательной способности населения за счёт снижения налоговой нагрузки.* На финансовый кризис конца 2007–2008 годов многие страны отреагировали включением механизма отрицательной обратной связи посредством снижения налогового пресса на юридические и физические лица. Повышение покупательной способности населения стимулировало рост спроса, который потянул за собой существующее увеличение предложения.

*Успех стимулирует рост.* Примером реализации *положительной обратной связи* является реакция экономической системы на свой успех. В частности, успешный сбыт фирмой определённых видов своей продукции стимулирует её вкладывать средства в увеличение производства товара, принесшего экономический успех. Рано или поздно повышение количества данного товара на рынке снижает спрос на него. Предприятие вынуждено «включать» механизмы *отрицательной обратной связи*, снижая производство товара.

**Эффекты рикошета.** Попеременное действие механизмов отрицательной и положительной обратной связи может приводить к так называемому *эффекту рикошета*, или *эффекту бумеранга*.

Под *эффектом рикошета (бумеранга)* следует понимать вторичные последствия действия механизмов *отрицательной* обратной связи, вследствие чего достигаются результаты, обратные целям, ради которых были использованы указанные механизмы. Часто негативные вторичные последствия *эффекта рикошета* превышают положительные первичные последствия, достижение которых являлось целью предпринятых мер (механизмов отрицательной обратной связи).

Эффект рикошета является следствием нескольких разделенных во времени фаз:

*первая фаза:* по ряду причин (внутренних или внешних) происходит ухудшение состояния системы;

*вторая фаза:* ухудшение ситуации заставляет систему «включать» механизмы *отрицательной* обратной связи, направленные на решение возникших проблем;

*третья фаза:* начинает проявляться *первичный* эффект – благодаря принятым мерам состояние системы начинает улучшаться (в том числе, за счет снижения интенсивности деятельности системы);

*четвертая фаза:* улучшение ситуации позволяет системе «отключить» механизмы отрицательной обратной связи и «включить» механизмы *положительной* обратной связи, направленной снова на интенсификацию деятельности системы;

*пятая фаза:* проявляется *вторичный* эффект, который фактически является следствием мер (в длинной цепочке причин и следствий), принятых еще на второй фазе; результатом этого является повторное ухудшение состояния системы, которое по своим последствиям может быть значительно хуже, чем в ситуации, имевшей место на первой фазе.

Например, *ухудшение здоровья* заставляет человека предпринимать меры, направленные на активизацию механизмов *отрицательной* обратной связи (пройти лечение, снизить нагрузку, уменьшить объем выполняемой работы, снять внешние симптомы проявления болезни). Почувствовав себя лучше, человек снова возвращается к привычному ритму и, увеличивая нагрузку на организм, пытается «наверстать упущенное». Состояние здоровья снова ухудшается, возможно, с гораздо более тяжелыми последствиями. Описанная ситуация фактически является моделью решения многих проблем в экономике.

**Показатели устойчивости системы.** Устойчивость и живучесть системы (т.е. ее способность сохранять параметры своего состояния при различных условиях) характеризуются следующими частными показателями: *выносливостью, устойчивостью, толерантностью, резистентностью, стабильностью, уязвимостью.*

*Выносливость* – это способность системы сохранять свои функциональные особенности либо возможности их восстановления при отклонении условий внешней среды от оптимальных для системы параметров. Для *предприятия* такими неблагоприятными факторами внешней среды могут быть: проблемы на рынках сырья, уменьшение покупательной способности населения, усиление конкуренции, неэффективное государственное регулирование, пр. *Устойчивость* – это способность системы сохранять при различных параметрах *внешней среды* свою структуру и функциональные особенности, *достаточные для деятельности.*

В отличие от *выносливости, устойчивость* характеризует способность системы не просто существовать, но активно функционировать.

*Устойчивость предприятия* обуславливается режимом его работы, который обеспечивает ему рентабельность производства и реализации продукции.

*Толерантность* характеризует способность воспринимать те или иные неблагоприятные параметры внешней среды.

*Резистентность* характеризует способность противодействовать влиянию негативных факторов внешней среды либо подавлять их воздействия.

*Стабильность* – способность системы сохранять свою структуру и функциональные особенности под воздействием *внутренних* для нее факторов, например, накапливающихся продуктов обмена.

*Уязвимость* системы – это *неспособность* противостоять внешним воздействиям. Выражается в нарушении функций и структуры системы (преодолевается граница устойчивости) либо в полном прекращении существования системы (преодолевается граница выносливости).

## 8.4 Механизмы трансформации системы

Ранее мы рассмотрели факторы и механизмы устойчивости систем. Фактически основным средством обеспечения устойчивости системы является поддержание ее динамического равновесного состояния. При этом система может пребывать в одном из двух возможных ее режимов:

а) *поддержания состояния стационарности* (определенного уровня гомеостаза);

б) *изменения данного стационарного состояния* и перехода на новый стационарный уровень (новый уровень гомеостаза).

Последний режим функционирования системы связан с существенной перестройкой метаболических потоков в системе и изменением характера ее внутренних и внешних связей. Подобные изменения в системе обеспечиваются соответствующими трансформационными механизмами.

Под *трансформационным механизмом* открытых стационарных систем следует понимать совокупность логических связей и процедур, обеспечивающих *изменение состояния* системы (уровня гомеостаза), включая совокупность ее внутренних и внешних связей.

**Классы трансформационных механизмов.** Академик Н. Н. Моисеев (Моисеев, 1990) выделил два основополагающих класса трансформационных механизмов: которые условно могут быть названы *адаптационным* и *бифуркационным*.

Термин «бифуркационный» происходит от латинского «бифуркация», что значит «раздвоение, разветвление» (*bis* – дважды, *furca* – вилы). Почему используется именно этот термин, попытаемся разобраться ниже.

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

**Бифуркационные механизмы** предполагают такой характер изменений в системе, при котором система *утрачивает ее принципиальные отличительные признаки, переходя в новое качество*, хотя и сохраняя при этом наследственную связь с прежним состоянием.

При бифуркационном механизме система теряет свою целостность, обретая новые качественные признаки:

- *биологический вид* продолжает свое существование через последовательную смену поколений;
- *семья* может разъединиться или соединиться с другой семьей, сохраняя ключевые устои прежней семьи (прежних семей);
- *фирма* может быть реорганизована (укрупнена, разукрупнена, изменить свое название, 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 определенных (этнических, культурных, социальных) черт прежней структуры.

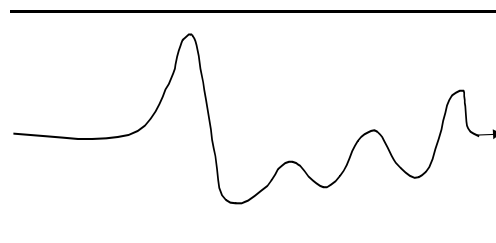
Указанные два класса механизмов Н. Н. Моисеев сравнивает с двумя различными режимами течения жидкости в трубе: *ламинарным и турбулентным*.

«*Ламинарный*, т.е. плавный режим течения жидкости, когда ее частицы движутся параллельно оси трубы, наблюдается при незначительных расходах жидкости. В этом случае просматривается 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 характери-

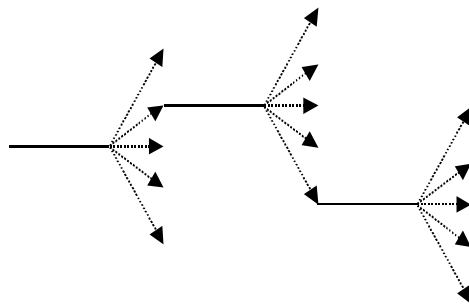
стики (скорость, температура, давление, плотность) испытывают *хаотичные* (т.е. стохастичные и неопределенные) *флуктуации* (изменения). Это значит, что указанные параметры нерегулярно изменяются в пространстве (от точки к точке) и во времени. Линейная зависимость необходимого напора прокачки удельного объема жидкости нарушается, и значение напора начинает быстро расти» (Моисеев, 1990).

Этот пример иллюстрирует один очень важный факт: физические системы могут обладать пороговыми состояниями, переход через которые ведет к резкому, качественному изменению протекающих процессов, означающему трансформацию упорядочения их организации.

Схематично пути реализации *адаптационного* и *бифуркационного* классов механизмов показаны на рис. 8.2.



а) адаптационный механизм



б) бифуркационный механизм

Рис. 8.2. Схемы реализации адаптационного (а) и бифуркационного (б) классов трансформационных механизмов

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

## 8.5 Особенности адаптационного и бифуркационного механизмов

*Адаптационные механизмы* обладают тем отличительным свойством, что ни внешние, ни внутренние возмущения с помощью этих механизмов не способны вывести систему за пределы того, по словам Н. Н. Моисеева, «обозримого канала эволюции», того коридора, который заготовила 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.

Указанные трансформационные механизмы диалектически взаимосвязаны между собой. *Адаптационный* механизм реализует функцию адаптации системы к изменениям среды через отбор состояний самой системы. Происходит *микрорэволюция* системы, которая идет на системном уровне, согласно принципа И. Пригожина: *минимум производства энтропии при максимуме энтропии системы* (Хазен, 2000).

После того, как возможности системы к адаптации исчерпываются (по выражению И. Моросанова, «заходят в тупик») наступает «вырождение» («моральное старение») системы и начинается макроэволюция данного вида систем (биологической популяции, рынка) (Моросанов, 2003). Адаптация к условиям среды идет на макроуровне, т.е. через отбор систем на надсистемном уровне. В этом случае включается бифуркационный механизм, обеспечивающий максимальную скорость тиражирования «нового» (новых видов в биологии, новых технологий в экономике). В этих условиях реализуется принцип А. М. Хазена: *максимум производства энтропии при минимуме энтропии системы* (Хазен, 2000). Это служит началом к отбору на надсистемном (метасистемном) уровне.

Бифуркационные изменения обладают очень важным, с точки зрения ускорения процессов развития, свойством: они скачкообразно увеличивают характеристики изменчивости системы. Это объясняется двумя очень важными предпосылками:

во-первых, после *бифуркации* (т.е. разветвления) система распадается на множество возможных структур (состояний), в рамках которых в дальнейшем она может развиваться (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 (пройдёт отбор), нельзя в принципе, ибо это зависит от неизбежно присутствующих случайных изменений – *флуктуаций* системы.

*Бифуркационный механизм* по сравнению с адаптационным обладает целым рядом отличительных свойств, позволяющих колоссально ускорить процессы развития. К таким свойствам можно отнести:

- *колоссальное увеличение вариабельности состояний* (т.е. возможных вариантов изменений) и разброса возможных значений параметров системы;
- *неопределенность будущего*, что объясняется высокой степенью случайности и вероятности флуктуаций (спонтанных изменений) системы;
- *необратимость развития*; в силу скачкообразного характера происходящих изменений вероятность возврата в обратное состояние практически равна нулю (!); развитие, обретает *направленность и необратимость*.

В свете этого *бифуркационный механизм* создаёт почти идеальные условия для развития.

Бифуркационный механизм способствует максимальному ускорению темпов развития. Состояние «катастрофы», в котором время от времени оказывается система, позволяет как бы «забывать» (или почти «забывать») свое прошлое. После перехода через бифуркационное состояние (которое называется *фазовым переходом*) происходит разветвление путей эволюции. Каждый из них (в зависимости от уровня эффективности) Природа может выбрать в качестве оптимального направления для реализации дальнейшего развития. При этом новое качество цепко закрепляется необратимостью, ограждая систему от возврата в старое состояние.

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 быструю сменяемость биологических видов (вымирание старых и появление новых).

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

Трансформационные процессы в системе связаны с изменением уровня ее гомеостаза. Это происходит как при адаптационных, так и при бифуркационных трансформациях системы.

При бифуркациях система проходит три возможных состояния: *устойчиво-стационарное* (из которого она выходит); *возбужденно-турбу-*

*лентное* (через которое она проходит); *рефракторное*, т.е. состояние успокоения (в которое она входит, обретая новый уровень гомеостаза).

**Особенности возбужденно-турбулентного состояния.** Описанное выше возбужденно-турбулентное состояние 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:

- *кризис*; система испытывает резкий «перелом» своих параметров, катастрофическое нарушение связей между элементами системы; переживает тяжелое состояние, обусловленное нарушением привычных причинно-следственных связей и линейных алгоритмов поведения (например, «чем больше/меньше, тем лучше»);

- *многовариантность*; возникает многовариантность продолжения состояний самой системы или систем-преемниц (рождение нового поколения у биологических особей; замена выпускаемой продукции на производственном предприятии; выборы нового парламента или замена кабинета министров в стране; смена проектов, выполняемых на конкурсной основе в научном учреждении; замена 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;

- *необратимость*; 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 начинает коренные преобразования в экономике, демонтируя прежние институты; истраченные на новые проекты деньги уже не могут быть возвращены для выполнения старых; прежним игрокам команды сложно вернуться в новый коллектив).

**Фазовый переход** (*фазовое превращение, фазовая трансформация*) в широком смысле – переход системы от стационарного состояния с одним гомеостазом к стационарному состоянию с другим гомеостазом (другими гомеостазом – при бифуркационных трансформациях); в узком смысле – скачкообразное изменение свойств системы при непрерывном изменении внешних факторов.

**Критическое состояние** – предельное состояние равновесия системы, в котором смежные фазы становятся тождественными по своим



свойствам. После перехода системой критического состояния наступает фазовый переход.

**Критическая точка** – значение параметра (или параметров) системы, после достижения которого наступает критическое состояние системы.

**Точка бифуркации** – это такая критическая точка, после которой начинаются бифуркационные трансформации системы. С математической точки зрения, точкой бифуркации можно считать такую точку (значение параметра), через которую проходят две или более ветвей решения уравнения, описывающего возможные состояния системы.

**Предпосылки линейного поведения системы.** Сохранение стационарного состояния системы (устойчивого уровня гомеостаза), которое обычно наблюдается при адаптационных изменениях 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. Соответственно, все эти свойства закладываются в принципы поведения системы, которое условно можно назвать *линейным*.

Основной принцип управления, построенного на линейном мышлении и приоритете использования механизмов *отрицательной* обратной связи, заключается в ослаблении (нейтрализации) действия неблагоприятных (для существующего уровня гомеостаза) факторов («чем меньше, тем лучше...») и усиление действия благоприятных факторов («чем больше, тем лучше...»).

**Предпосылки нелинейного поведения системы.** При трансформационных процессах *бифуркационного* типа исчерпываются предпосылки линейного поведения системы, направленного на активизацию проявления благоприятных факторов и противодействие влиянию неблагоприятных. Собственно, при таких условиях, видимо, вообще размываются основания для подобной дифференциации факторов среды (т. е. на благоприятные и неблагоприятные).

Если исчезает прежний уровень гомеостаза, нет необходимости его поддерживать. Задача применения механизмов обратной связи коренным образом изменяется. Возникает необходимость (и можно сказать, 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.

В турбулентном состоянии переходной трансформации (когда старого гомеостаза уже нет, а новый еще не установился) системе гораздо легче принимать различные формы, наиболее отвечающие требованиям внешней среды. В таких переходных состояниях уже не факторы среды следует трактовать как благоприятные или нет, но состояния самой системы как более или менее соответствующие условиям среды. Это в полной мере соответствует поговорке «Нет плохих условий, есть наше неумение их использовать».

Таким образом, *нелинейное поведение* 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 удержание существующего уровня гомеостаза (при приоритетном использовании механизмов отрицательной обратной связи). Нелинейная же логика и соответствующее ей *нелинейное поведение* преследует иную цель – поиск нового уровня гомеостаза, наиболее соответствующего складывающимся условиям внешней среды (при приоритете механизмов положительной обратной связи).

Нелинейная логика является основой проектирования будущего состояния системы в условиях бифуркационных трансформаций. При этом проектируемое состояние системы (проект инновационного содержания или формы) должно включать компоненты:

а) *нынешнего состояния* – главным образом определяющие форму, а также ключевые (наиболее важные) элементы, которые являются носителями памяти системы;

б) *будущего состояния* – главным образом определяющие цель (основную функцию), которую должно обеспечить это состояние.

Проектируемое состояние должно включать фрагменты старого и будущего (желаемого) состояний системы. При этом будущее состояние должно быть представлено главным образом целью (содержанием) развития, а старое состояние – формой.

В частности, успех в современной быстрой электрификации автомобильного транспорта во-многом объясняется именно тем, что выдержан упомянутый принцип: новое содержание удалось вложить в старые привычные массовому потребителю формы, включая как сам автомобиль, так и используемую им инфраструктуру (приближенную к привычным сеть автозаправок). Подобным путём идёт и перевод автомобилей на водородное топливо.

В общественной системе человек является главным конструктором ее нового состояния. Базовым инструментом при этом выступает *нелинейное*

*мышление*. Именно оно призвано выстроить своеобразный мост между настоящим и будущим состояниями системы. Основная функция нелинейного мышления призвана способствовать формированию такого направления изменения системы, которое бы максимально содействовало повышению её эффективности. Чтобы это было реализовано, необходимо прежде всего в наибольшей степени использовать «энергию тенденции» развития системы – она 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, перестроить старый гомеостаз системы таким образом, чтобы этот процесс содействовал проявлению наиболее эффективных трансформационных изменений. Схематично новый гомеостаз системы должен быть комбинацией черт существующего состояния системы с теми особенностями и свойствами, которые диктует системе тенденция её развития.

**Волновые свойства изменений.** 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 которому они 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 возникать и значительно усиливаться благодаря резонансным эффектам, возникающим в волновой среде.

Не менее важную роль играют волны и в реализации явлений синергетизма, т.е. согласованности 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.

Волновые изменения системы затрагивают сразу несколько моментов:

во-первых, *теоретические закономерности* волнового движения в физических средах (в числе основоположников волновой теории можно назвать С. Рассела, 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) (Алякринский и др., 1985; Барбараш, 1998; Баландин, 2009);

в-третьих, воздействие *космических явлений* на природу Земли; в числе основоположников исследователей данного аспекта – А. Л. Чижевский, В. И. Вернадский, Л. Н. Гумилёв (Вернадский, 1969; Казначеев, 1985; Гумилёв, 1990);

в-четвертых, ритмичный волновой характер событий, происходящих в человеческом обществе (в числе классиков исследования данного явления следует назвать М. И. Туган-Барановского, С. А. Кузнецца, Й. Шумпетера и, конечно же, Н. Д. Кондратьева) (Блауг, 2008; Кондратьев, 1989; Туган-Барановский, 1997; Шумпетер, 2008; Kuznets, 1968; Schumpeter, 2008; См. также: Безручко и др. 2005; Гусаров, 2003; Меньшиков и др., 1989; Яковец, 2011).

Автором упомянутые аспекты подробно рассмотрены в работе: Мельник, 2012.

## ГЛАВА 9. ФАКТОРЫ И МЕХАНИЗМЫ ЭВОЛЮЦИИ СИСТЕМ

### 9.1 Ключевая триада развития: 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 процесса изменяемости системы. Ведь развитие – это, прежде всего, изменения.

Классическая интерпретация механизма развития строится на трех ключевых факторах: *изменчивости, наследственности, отборе* (рис. 9.1). Именно этот механизм был впервые открыт Ч. Дарвином для объяснения эволюционных процессов в живой природе. Такую же триаду академик Н. Н. Моисеев предложил рассматривать как основу механизмов, движущих развитие любой системы в неживой природе, биологическом мире и в обществе (Моисеев, 1990).

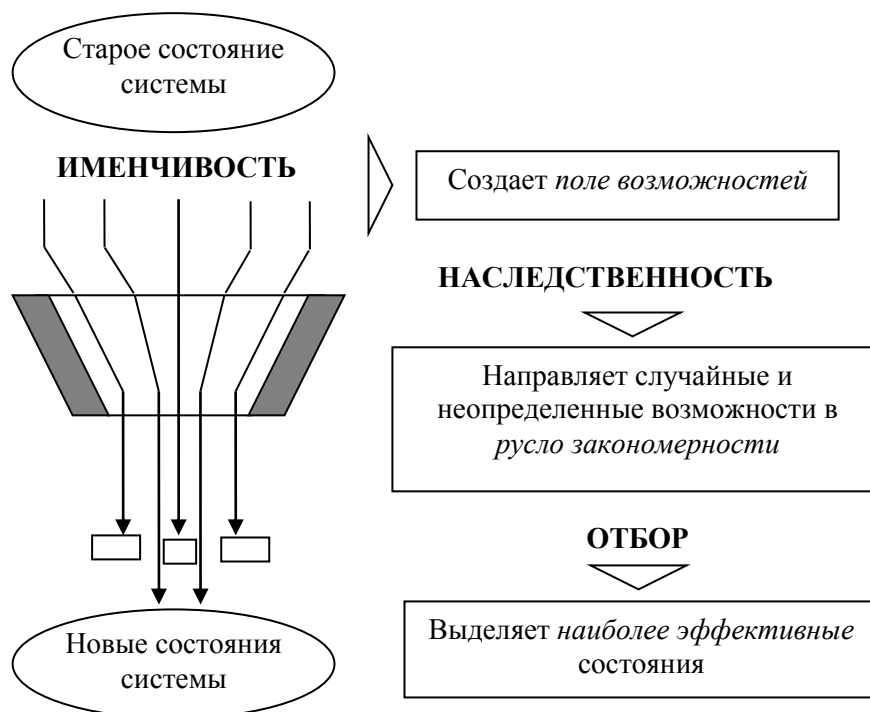


Рис. 9.1. Взаимосвязь ключевых факторов в триаде развития

Следует обратить внимание, что действие различных факторов в упомянутой триаде обеспечивается различными подсистемами *памяти*.

В частности, у биологических организмов существует две системы памяти. Одна из них (*мозг*) задаёт *изменчивость* состояний на уровне каждого организма и *отбирает* из них наиболее эффективные (оптимальные) для данных условий существования организма.

Другая система (*генетического механизма*) действует на надсистемном уровне, формируя изменчивость и осуществляя отбор наиболее эффективных состояний в цепи смены поколений данной системы.

В биологических системах основой обеспечения функций *наследственности* является *закрытая* для обновления подсистема генетической памяти, которую система получает от своей предшественницы (предшественниц). Информация в ней жестко зафиксирована и не подлежит удалению или коррекции (возможность корректировать наследственную информацию система получает, лишь передавая ее своим последовательницам). Однако там используются уже совсем другие механизмы. Упомянутая информационная подсистема является своеобразным аналогом «жесткого диска» памяти компьютера и обеспечивает последовательное управление процессами воспроизводства основных материально-информационных элементов системы. В биологических организмах роль этой подсистемы памяти выполняют генетический код.

Основой обеспечения функций *изменчивости* (и в какой-то степени *отбора*) является *открытая* для обновления подсистема памяти – *мозг* (или органы, заменяющие его). Её биологические системы получают при рождении в форме «чистого листа», на который может записываться информация. Чем больше ёмкость этого подсистемного блока и выше его быстродействие (т.е. скорость накопления, фиксации и воспроизводства новой информации), тем интенсивнее система осуществляет функцию изменчивости и реализует свои возможности для развития. У биологических организмов роль этой подсистемы памяти выполняет *мозг*.

В задачи, решаемые данной подсистемой, входит выполнение функций *корректирования (адаптации)* состояний системы под складывающиеся условия среды. Кроме того решается задача *закрепления (отбора)* наиболее эффективных состояний (поведенческих стандартов) системы. Упомянутые функции корректировки и закрепления более совершенных ее состояний выполняют роль своеобразного предварительного отбора перед надсистемным (метасистемным) отбором самой системы. В результате последнего система или отбирается в качестве подсистемы для выполнения тех или иных функций (а соответственно, и обретения надлежащего положения в иерархии) на метасистемном уровне, или отбраковывается.

Как видим, рассмотренные факторы развития действуют как на уровне *самой системы*, так и на её *надсистемном* уровне.

*Системный уровень* действия факторов развития позволяет системе (будь то животное, человек или предприятие) отобрать и закрепить памятью такие варианты своего поведения, которые приносят ей максимум выгоды и минимум неприятностей. Чаще всего это происходит в процессе приобретения опыта посредством проб и ошибок. При этом теоретически возможная часть вариантов сразу же отсеивается системой благодаря генетически заложенным (*наследственным*) или приобретённым в ходе социального развития поведенческим стандартам.

Однако взаимодействие указанных факторов развития происходит всё же значительно более эффективно на *надсистемном* уровне. В этом случае из общего числа данного класса систем отбираются те его представители, которые способны более эффективно функционировать в сложившихся условиях внешней среды. Правда, чтобы заработал надсистемный уровень описанного механизма, должны быть созданы необходимые предпосылки. А именно: изменчивость системы должна задаваться в форме *репродукции* подобных ей систем, т.е. новых поколений.

## 9.2 Характеристика изменчивости

**Изменчивость** – это то, из чего вырастает любой процесс развития. *Изменчивостью*, можно считать *способность системы изменять свои состояния*.

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

- *детерминированные* изменения, когда четко определены параметры каждого будущего состояния системы (отсутствуют случайность и неопределенность);
- *недетерминированные* изменения, когда будущие состояния системы обусловлены факторами *случайности (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 тогда 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. когда возникают совершенно новые, не существовавшие ранее состояния) реализуются природой на основе *недетерминированных изменений*. Неизбежными свойствами таких процессов являются *случайность (стохастичность) и неопределенность (вероятностность)*. 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.

В качестве примера, показывающего, 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, статистическим законам. Это выражается в том, что в нем наблюдается стабильность средних характеристик. Существуют определенные закономерные формы организации (коэффициенты сопротивления, средние значения завихренности и т.д.) (Моисеев, 1990).

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

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. Их примерами являются процессы, протекающие в неживой материи (та же *турбулентность, броуновское движение* и т.д.), биологических объектах (типичный пример – *мутагенез*), и экономических системах (*рыночное равновесие спроса и предложения*)



социальных структурах (к примеру, *возникновение и разрешение конфликтов*). Все они подвержены действию случайных факторов, которые мы далеко не всегда можем проследить так, чтобы понять их источник. Еще сложнее суметь их проанализировать, спрогнозировать действие в будущем и учесть при принятии хозяйственных решений (Дериколенко, 2011; Грабчук, 2012). Постоянно происходящие изменения ведут к формированию новых предметов и структур материального мира. Упомянутые изменения вместе с тем служат и причиной процессов разрушения систем. Такова диалектика самоорганизации материи. Одни и те же факторы *изменчивости* стимулируют как созидание, так и разрушение.

**Свобода как необходимая предпосылка формирования изменчивости.** Отбор эффективных состояний системы может происходить лишь в том случае, если будет обеспечено постоянное формирование многовариантности её состояний, т.е. будут происходить изменения системы. От того, как будут задаваться эти изменения, будет зависеть и характер самого отбора.

Формирование *многовариантности* состояний системы означает её относительную *свободу* – система должна иметь *свободу изменяться*.

*Свободу* системы можно определить как возможность изменять её состояния (отсутствия ограничений для изменения состояний). *Свобода* предполагает *стохастичность* (случайность) и *неопределенность* (вероятность) происходящих изменений. До определенных пределов *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 и меньше возможностей к реализации изменений. Как мы убедимся в последующих разделах, наиболее высокие темпы развития наблюдаются при оптимальном соотношении факторов случайности и определенности.

Эволюция человека фактически реализовывалась через различные формы его эмансипации (увеличение степеней свободы). Схематично это показано на рис. 9.2:

- увеличение возможностей физического передвижения человека;
- рост степени универсальности, позволившей человеку создавать объекты материального мира;
- расширение среды обитания (включая проникновение человека в космос);
- углубление сферы проникновения человека в компоненты внешней среды (в частности, исследование глубин материи, генетического кода, пр.);

- искусственное создание материальных объектов (в частности, орудий труда, одежды, жилищ), позволивших расширить условия комфортной жизнедеятельности человека и повысить продуктивность его труда;
- создание информационных продуктов (образов, алгоритмов, программ развития);
- делегирование Природой человеку *функции отбора*.

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

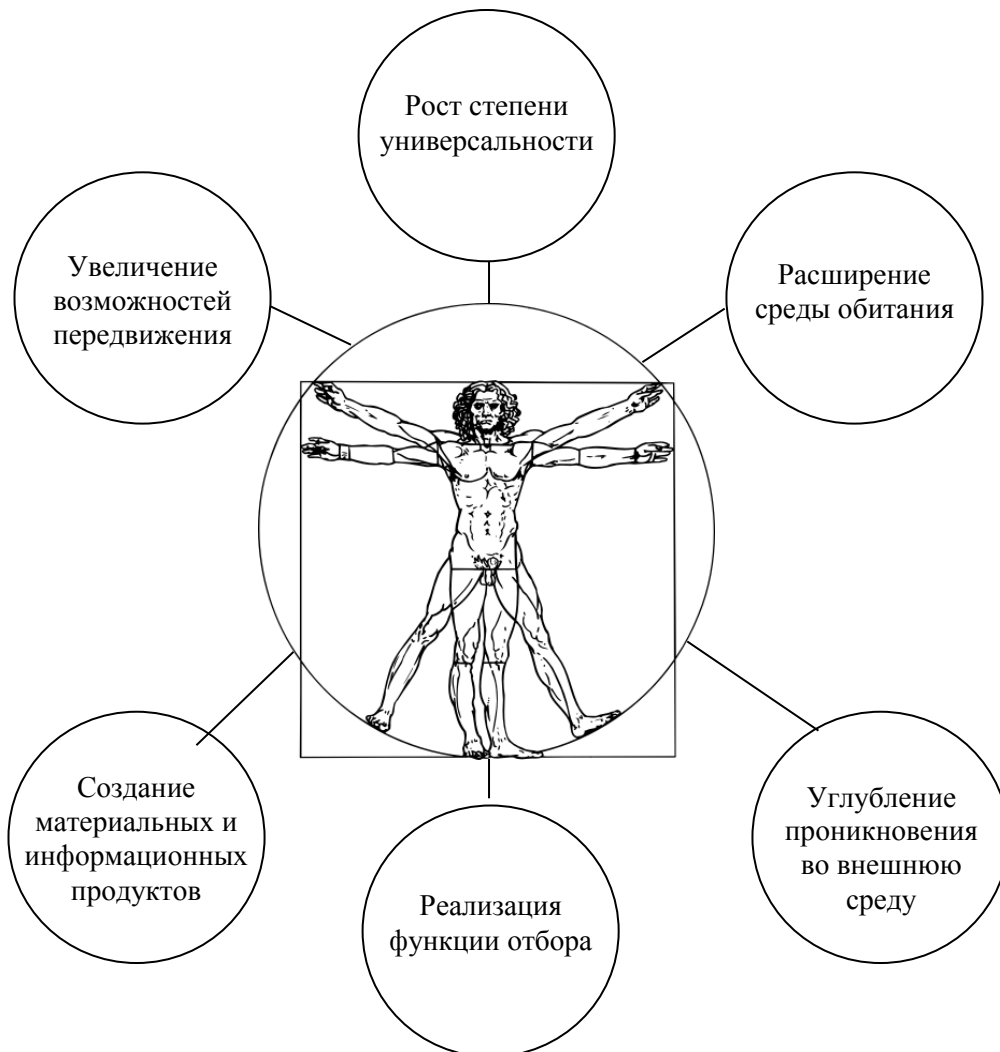


Рис. 9.2. Формы эмансипации (увеличение степеней свободы) в ходе эволюции человека

*Изменяемость* обеспечивается за счет *случайных, вероятностных* изменений. Человеку неподвластно целенаправленное генерирование таких изменений (на то они и случайные). Однако можно и нужно готовить почву (в том числе, и благодаря творчеству) для их возникновения в нужном направлении.

В работах известного теоретика менеджмента Питера Друкера (Друкер, 2007; Друкер, 2008) можно выделить семь основных причин возникновения в обществе и экономике *недетерминированных* (т.е. случайных, вероятностных) изменений (рис. 9.3).

Цикл возникновения поля изменчивости состояний системы под действием случайных, вероятностных факторов можно охарактеризовать следующим образом.



Рис 9.3. Основные источники *недетерминированных* (случайных, вероятностных) изменений в обществе

Первая фаза – *снижение эффективности*. Под воздействием изменения факторов внешней среды эффективность функционирования системы *снижается*, и она начинает испытывать внутренний «дискомфорт».

Вторая фаза – *появление многообразия виртуальных состояний*. Система начинает искать решение проблемы повышения эффективности. Возникает многообразие виртуальных (т.е. потенциально возможных) решений по изменению ее состояния. Например, на предприятии рассматриваются возможные варианты модернизации производства и/или изменения маркетинговых стратегий.

Третья фаза – *отбор*. Из множества возможных вариантов системой отбирается один или несколько (которые, согласно решению системы, должны улучшить условия её функционирования). Если решение принято *правильно*, система получает дополнительный импульс для своего развития. Если же решение *не правильное*, состояние системы в дальнейшем может еще больше ухудшиться.

### 9.3 Инновации как основа повышения эффективности экономических систем

Инновации формируют ту почву, из которой вырастает изменчивость экономических систем, и выполняют здесь чрезвычайно важные функции:

- *воспроизводственную*, формируя новые направления воспроизводства окружающей человека и создаваемой его трудом материальной и информационной среды;
- *мотивационную*, принося дополнительные преимущества в конкурентной борьбе компаниям, научившимся использовать инновации, приносящие прибыль, а с ней и другие составляющие экономического успеха;
- *квазиэнергетическую*, позволяя за счет экономии средств формировать квазиэнергетический (финансовый) потенциал для развития экономических систем;
- *экологическую*, создавая возможности за счет повышения эколого-экономической эффективности достигать снижение ресурсоёмкости производства и экологической нагрузки на среду.

По мнению В. Л. Макарова, *идея становится инновацией* после ее реализации (Макаров, 2011).

По имеющейся в литературе информации можно составить широкий спектр *экономических инноваций*, в зависимости от основного предмета, в который они вносят изменения (Илляшенко, 2010; Инновационный, 2001;

Макаров, 2011; Механізм, 2012; Маркетинг, 2010; Тарасевич, 2008) (рис. 9.4).



Рис. 9.4. Виды экономических инноваций

Ряд исследователей обращает внимание на системный (синергетический) эффект инноваций. В частности, взаимодействуя друг с другом, они могут усиливать эффект своего воздействия на трансформационные процессы в экономике (Соловьев, 2004; Тарасевич, 2010). В частности, В. Н. Тарасевич вводит понятие «инновация-система».

«...Современные инновации – не элементарные феномены, а *сверхсложные* и преимущественно *самоорганизующиеся* системы с разветвленной структурой внутренних и внешних взаимодействий между не столько традиционными *элементами*, образующими определенную целостность, сколько когерентными (т.е. согласованными) интерактивными *процессами*, детерминирующими динамику системы» (Тарасевич, 2010).

Если в результате действия инновации происходит бифуркация, то система получает множество вариантов своего развития. По И. Пригожину, в этой ситуации «все возможности актуализируются, сосуществуют и взаимодействуют друг с другом, а система оказывается в одно и то же время всем, чем она должна быть» (Пригожин, 2002). Речь идет об актуализации системного инновационного *тезауруса* – набора возможных вариантов или направлений нового упорядочивания (эволюционных линий), которые созревают и латентно присутствуют в рамках инновации-системы, но реально обозначаются или актуализируются вместе с ее распадом.

**Технологические инновации.** За колоссальный лавинообразный эффект, который технологические инновации способны производить, оказывая воздействие на состояние экономической системы, П. Пильцер даже называет их «экономической алхимией» (Пильцер, 1999).

Пол Пильцер: «Согласно нашей «Алхимии», естественные ресурсы не являются скудными и ограниченными, особенно в эпоху, когда современные технологии «позволяют сделать компьютер из грязи», как выразился недавно математик Митчелл Фейгенбаум.

Сегодня важны не конкретные минералы, которые мы откопаем на заднем дворе, а наши растущие возможности использовать то, что мы там обнаружим, наилучшим образом... В этом суть «Алхимии»: богатство – это продукт не только естественных ресурсов, а также и *технологии*. И из этих двух слагаемых технология неизмеримо важнее...»

«...Сколько нефти находится в недрах Земли (в баррелях или галлонах), не имеет значения. Важнее, насколько эффективно мы используем те запасы, которые нам известны. Даже океан нефти не принесет нам пользы, если мы не подозреваем о его существовании. Но если мы и найдем его, но не сможем добыть нефть, она останется столь же бесполезной. Такая же ситуация возникает и в том случае, если мы добудем нефть, но не сможем перевезти ее туда, где она необходима. И даже если мы доставим ее по назначению, но не сможем сохранить до того, как ис-

пользовать, ничего не изменится. ... Заменяв трехсотдолларовые карбюраторы на 25-долларовые автоматические инжекторы, автомобилестроители удвоили эффективность потребления горючего в новых моделях машин менее чем за десять лет, одновременно снизив среднее потребление горючего у всех автомобилей более чем на 35% (в среднем с 13,5 мили на галлон в 1976 году до более чем 18,3 мили на галлон в 1986 году). Тем самым они фактически увеличили запасы бензина более, чем на треть...» (Пильцер, 1999).

Значительное влияние на характер и темпы социально-экономического развития оказывают формы трансфера, т.е. распространения технологических инноваций. Эти вопросы подробно освещаются в монографиях (Перерва и др., 2012; Соловьев, 2004).

Одним из направлений генерирования инноваций является формирование *инверсионных полей*. *Инверсия* (англ. *inversion*) означает преобразование, обратный порядок, обращение (Большой, 1991). Применительно к инновациям инверсия может означать изменение привычного порядка вещей. Н. А. Уперенко так трактует принципы реализации инверсии: «соединение ранее не соединимого, разделение ранее неделимого, превращение, перемена мест, модификация, вытеснение менее качественного более качественным, напластование, переход в противоположное, выращивание, комбинирование, переход количественных изменений в качественные, усиление или ослабление связей, конфликт, враждебность среды, взаимозменяемость, скачки и др.» (Уперенко, 2011).

**Рыночные инновации.** В современных условиях успех технологических инноваций может быть обеспечен только при поддержке успешных решений по продвижению продукции на рынок. В экономической литературе систематизированы четыре стратегии использования рыночных инноваций, которые условно могут быть названы: «первопроходец», «идуший по гребню», «революционер», «инноватор» (Финкельштейн, 2007). Краткая характеристика упомянутых стратегий сводится к следующему:

- «*первопроходцы*» действуют на *новых рынках*, создавая и развивая новое рыночное пространство;
- «*идушие по гребню*» мигрируют по *новым рынкам*, чтобы занять ниши в быстро развивающемся рыночном пространстве;
- «*революционеры*» действуют на уже *существующих рынках*, переопределяя там основные правила конкуренции;
- «*инноваторы*» действуют на *существующих рынках*, пытаясь за счет изменения политика цен или моделей бизнеса вносить инновации в устоявшееся рыночное пространство.

На рубеже XX и XXI века возникли и были беспрецедентно быстрыми темпами внедрены три группы инноваций, обусловивших реализацию Третьей промышленной революции, а именно:

✓ высоко эффективные технологии использования *возобновимых источников получения энергии* (солнца, ветра, биогаза, геотермального тепла, течения воды, пр.);

✓ *персональный компьютер, цифровые технологии* фиксации информации, *3D-принтерные технологии* производства и *аддитивные методы* в материаловедении;

✓ *глобальные коммуникационные сети*, прежде всего, Интернет и единая всепланетная система памяти.

Грядущие изменения обещают принципиально изменить все три взаимобусловленные группы системообразующих факторов; *материально-энергетических* (в сторону снижения уровня их материализации), *информационных* (интеллектуализация производственно-потребительских процессов на основе «умных» систем), *синергетических* – на основе сетизации общественной жизни и использования всепланетной системы памяти.

Сегодня человечество – на пороге революционных изменений, несущих колоссальный рост эффективности функционирования цивилизации, а с ним и решение большинства экологических проблем, обусловленных влиянием производства на материальную основу биосферы. Одновременно закладываются предпосылки формирования Четвёртой промышленной революции, несущей возможность интеграции автоматизированных интеллектуальных умных систем в единые производственно-потребительские комплексы.

Уже сегодня на горизонте научно-технического прогресса просматриваются инновации, которые обещают в ближайшее десятилетие оказать значительное стимулирующее воздействие на трансформационные процессы в экономике.

Нельзя не увидеть, что инновации в информационной сфере вообще отличаются беспрецедентно высокими темпами внедрения. В частности, большинство технологий в области программного обеспечения устаревают в течение двух-трех лет, в области аппаратного – в течение полугода. Полученная квалификация теряет свою актуальность через 5–10 лет.

*Инновации* являются ключевым (в своем роде незаменимым) фактором развития экономических систем на всех уровнях их существования: от предприятий до международных образований. Именно инновации образуют поле *изменчивости* экономических систем, в котором может реализовываться естественный отбор их эффективных состояний.



Инновации не просто вносят определенные изменения в состояние экономических систем. Они обеспечивают *недетерминированность* (т.е. неопределенность и случайность) этих изменений. Благодаря именно таким изменениям происходит социально-экономическое развитие.

Инновации фактически являются *объектом* естественного отбора. Ведь через отбор происходит селекция тех состояний систем, которые обеспечивают системам эффективный режим функционирования и преимущества в конкурентной борьбе.

Вместе с тем инновации можно считать и *продуктом* естественного отбора. Ведь действие естественного отбора, который проявляется в конкурентной борьбе, побуждает экономические системы создавать условия, обеспечивающие возникновение у них соответствующих изменений для реализации инноваций.

Можно выделить два направления интенсификации внедрения инноваций на предприятиях и в макроэкономических системах. Первое направление связано с *целенаправленной деятельностью* по внедрению инноваций. Оно предполагает, что руководство экономической системой централизованно инициирует определенные изменения в необходимом направлении. Конечно, эти изменения нельзя считать инновациями в полном смысле. Подобные изменения могут реализовываться лишь на основе заимствования определенных элементов новизны у других экономических систем. Такие изменения будут инновационными только в пределах предприятий или стран, которые их заимствуют. Внедрение подобных квазиинноваций имеет смысл лишь в том случае, если данной экономической системе приходится догонять лидеров (именно от них заимствуются их инновации) или «подтягивать» исполнительский уровень отдельных своих звеньев (учиться и перенимать передовой опыт не стыдно и полезно даже лидерам).

Второе направление реализуется, если речь идет об инновациях в полном смысле этого слова. Следует отметить, что такие инновации невозможно ни планировать, ни силой «проталкивать» (внедрять). Нельзя управлять тем, чего еще не существует. Здесь главная задача руководства экономических систем создать *мотивационное поле*, которое бы способствовало возникновению и реализации (внедрению) инноваций.

К основным мотивационным инструментам по обеспечению предпосылок для возникновения и внедрения инноваций следует отнести:

- *повышение степени свободы* отдельных субъектов данной организации, которые получают права поиска средств достижения поставленных целей, а возможно, и изменения самих целей;

- *создание конкурентной атмосферы* существования субъектов внутри данной организации (это обуславливает поиск инноваций как инструмента обеспечения преимуществ в конкурентной борьбе);
- *мотивация потенциальных инноваторов* (т.е. юридических и физических лиц, которые хотят, а главное способны продуцировать инновационные изменения).

К основным мотивационным инструментам следует отнести *законодательные меры* (защищающие права инноватора), *экономические рычаги* (обеспечивающие материальную базу для получения и внедрения инновационных результатов), *моральные стимулы* (закрепляющие повышенный статус инноватора в обществе).

#### 9.4 Характеристика и механизмы наследственности

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 «направляет» 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.

**Механизм передачи наследственности.** *Наследственность* формируется посредством закрепленного памятью системы целостного информационного механизма (подсистемы), обеспечивающего заимствование данной системой от ее предшественницы (предшественниц) характерных отличительных признаков, присущих данному виду природных сущностей. Эти признаки являются продуктом естественного отбора и обеспечивают системе совокупность наиболее эффективных состояний (поведенческих стандартов) в сложившихся условиях внешней среды. В главе 5 мы уже вели разговор о механизмах передачи памяти. Здесь же расширим круг рассматриваемых вопросов.

Наследственность реализуется посредством:

- а) передаваемого системой-предшественницей информационного компонента памяти (который становится ее подсистемой); для биологиче-

ских организмов – это генетический код; для предприятия – его учредительные документы и другие институциональные активы;

б) материально-информационных компонентов «тела» новой системы, формирующихся на основании информации, содержащейся в упомянутом блоке (каждый из них изначально формируется под выполнение определенных функций);

в) материально-информационных компонентов внешней среды (они «корректируют» поведенческие стандарты системы под конкретные условия данной местности и данного времени).

Термин «наследственность» привнесен из биологии. Ученые других областей знаний могут использовать иные термины, вкладывая в них схожее содержание. Физик или химик скажет о «базовых свойствах системы, определяющих направленность протекающих процессов (реакций)», экономист или социолог – о «традициях, институтах 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» (или какие «не имеют на это права»), чтобы система продолжала оставаться системой и *будущее выросло из прошлого*.

**Носители наследственности в экономических системах.** Основные факторы, формирующие наследственность социально-экономической системы, можно условно выделить в следующие группы:

- материальные активы;
- финансовые отношения;
- информационные активы;
- институты;
- человеческий и социальный капитал;
- природные факторы (рис. 9.5).

Следует однако оговориться об известной условности классификации указанных компонентов по той причине, что в действительности чаще всего чрезвычайно трудно дифференцировать различные виды факторов на отдельные группы. Например, большинство современных материальных производственных активов содержат в себе значительно больше информационной, чем материальной компоненты – как по части понесенных затрат, так и по значимости выполняемых функций. Чрезвычайно трудно также разделить такие компоненты, как «информационные активы», «человеческий и социальный капитал», «институты». Большинство из упомянутых компонентов подробно освещено в научной литературе.

Главное, что объединяет все указанные группы факторов – это участие в формировании социальной памяти данной общественной группы.

Память об особенностях определенного сообщества, живущего на определенной территории (в том числе: стиле жизни, способе производства и многом другом), сохраняется и передается в материальных активах (в том числе: производственных объектах и объектах инфраструктуры), хранимых банках данных, знаниях и навыках людей, особенностях природных ландшафтов, институтах и финансовой системе. Все эти факторы по-разному, но в равной степени значимо определяют контуры наследственности.

Активную роль в воспроизводстве всех упомянутых факторов играют люди. Значительная роль принадлежит природным факторам, которые в последнее время все заметнее испытывают на себе воздействие со стороны человека.



Рис. 9.5. Факторы, формирующие наследственность социально-экономических систем

Следует отдельно отметить значение *институтов*, которые закрепляют, хранят и воспроизводят информацию, необходимую общественным системам для их функционирования. Безусловно, институты, как, в частности, и человеческий капитал, формируются людьми и тесно связаны друг с другом (очень часто понятие «социальный капитал» включает в себя институты, обеспечивающие реализацию человеческих отношений).

В одном случае институты могут уберечь от ошибки преждевременного принятия решений (в том числе, авантюрных проектов покорения природы), в другом – могут служить существенным тормозом прогрессивных изменений.

### 9.5 Механизмы отбора

**Отбор** – это третий и, пожалуй, наиболее трудный для восприятия фактор *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.

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

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 отвечали законам физики. Эти «виртуальные движения» могут вызываться любыми произвольными, в том числе, случайными (стохастическими) причинами.

Таким образом, еще в XVIII веке стало понятно, что случайная изменчивость предоставляет Природе целое «поле возможностей», из которых в принципе могут быть отобраны *оптимальные*, т.е. наиболее эффективные в данных конкретных условиях.

**Система отбора.** Отбор, в соответствии с которым в реальную действительность отбираются наиболее эффективные системные сущности и

состояния систем, в действительности представляет собой сложнейшую систему, включающую *принципы, критериальные начала, организационные формы* (методы, процедуры) и *критерии* (рис. 9.6).

**Принципы отбора** представляют собой своеобразные правила, ограничивающие формы проведения отбора. Таким образом, одна из основных функций, которую выполняют принципы отбора, – *ограничительная*. Принципы отбора формируют *ограничения*, в рамках которых должны находиться параметры системы, проходящей отбор.

Принципы отбора задаются фундаментальными законами Природы и общества и определяют некоторое множество допустимых состояний, в которых может находиться система. Эти законы относятся к классу так называемых «законов сохранения» (... массы, импульса, энергии, стоимости, пр.). Именно они определяют характер происходящих процессов обмена веществом, энергией, информацией – как системы с внешней средой, так и между отдельными частями внутри самой системы (в ходе процессов метаболизма).

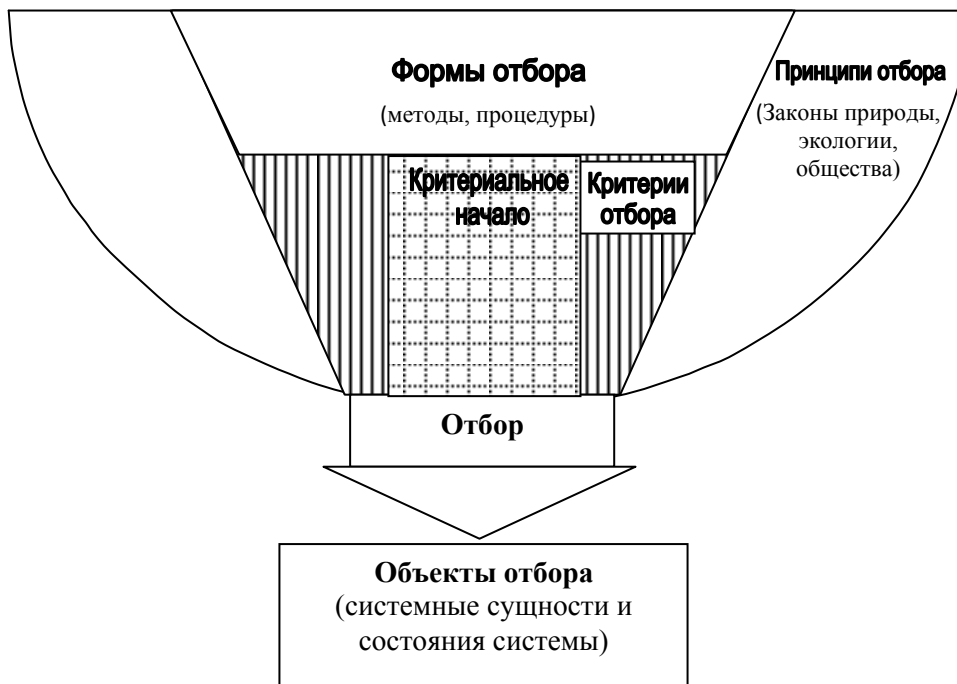


Рис. 9.6. Компоненты, составляющие системы отбора

Например, находясь в условиях притяжения Земли, в строгом соответствии с законом *всемирного тяготения* ни одна система не может нарушить действия гравитационной постоянной. Но она может преодолевать притяжение Земли, прикладывая для этого усилия и совершая работу (в частности, перекачивая различные биологические жидкости от нижних ча-

стей тела к верхним или совершая полеты за счет усилий своих мышц или работы искусственных аппаратов). При этом любые действия системы будут происходить в рамках других фундаментальных законов (например, закона сохранения энергии, законов термодинамики, пр.).

С возникновением живой природы и развитием общества системные сущности получили гораздо большую степень свободы в реализации стремлений к движению (перемещению, воздействию на внешнюю среду). Однако возросшая степень независимости и кажущаяся необязательность соблюдения законов природы в действительности являются мнимыми. На самом деле, Природа «бдительно следит» за соблюдением своих законов, пресекая любые попытки выйти за их рамки. Свобода и независимость любой системы могут проявляться не иначе, как в пределах, строго ограниченных этими законами.

Н. Н. Моисеев: «При описании явлений неживой природы функционалы [которыми описывается движение систем]... всегда ранжированы, причем первое место занимают законы сохранения: ничто не может нарушать законы сохранения массы, импульса, энергии... Различные связи ... и другие ограничения имеет смысл рассматривать лишь для систем, для которых законы сохранения выполняются...

Законы живого мира, не сводимые к законам физики, выполняются не столь жестко. Они могут нарушиться, но за их нарушение живое существо платит жизнью» (Моисеев, 1990).

*Принципы отбора в обществе.* Принято говорить, что общество живет по своим собственным законам. Это правильно, однако лишь отчасти. Конечно, люди вольны устанавливать свои законы, формируя правовое поле (правовые акты, правила, инструкции, стандарты, пр.), в котором предстоит жить обществу. Однако никто не вправе изменить законов природы, в рамках которых протекают процессы вещественно-энергетического обмена (метаболизма), определяющие состояние любого материального объекта на планете, включая самого человека и создаваемые им активы.

Адекватность общественных законов всегда будет измеряться степенью их соответствия фундаментальным законам Природы, включая экологические законы, обуславливающие вмешательство человека в процессы функционирования и воспроизводства экосистем.

Если общественные законы позволяют людям входить в противоречие с фундаментальными законами природы (а то и принуждают их к этому), природа безжалостно отбраковывает такие общественные системы посредством своего собственного естественного отбора.

***Критериальное начало.*** В отличие от принципов отбора, формирующих границы допустимых значений отбираемых состояний системы, *кри-*

*критериальное начало* определяет те траектории значений, к которым должны приближаться параметры состояния систем для повышения вероятности их селекции при *естественном отборе*. Иными словами, у которых шансы сохранить своё существование и преуспеть в нём будет больше.

*Критериальное начало* – это первичное свойство Природы, определяющее всеобщий принцип реализации отбора состояний природных систем. Оно является единым для систем любых уровней мироздания (включая экологические и общественные системы). В соответствии с ним, из многих альтернативных состояний системы отбираются те, которые обеспечивают *максимальную эффективность* функционирования системы.

В литературе можно встретить две основные формулировки критериального начала – соответственно, в интерпретациях голландского ученого Л. Онсагера (1931 года) и бельгийского ученого И. Пригожина (1947). Эти формулировки показаны в правой части рис. 9.7. В левой части дана формулировка автора.

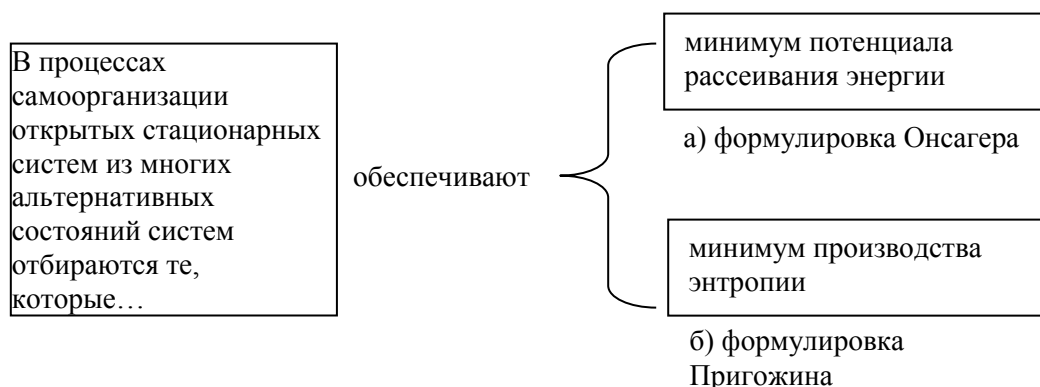


Рис. 9.7. Формулировки единого критериального начала естественного отбора: а) Онсагера; б) Пригожина

Для точности, приведем оригинальную формулировку «теоремы о минимуме производства энтропии», в которой И. Пригожин использовал вышеупомянутую формулировку: «производство энтропии системой, находящейся в стационарном, достаточно близком к равновесному состоянию, минимально» (Пригожин, 2002).

Уместно отметить, что формулировка И. Пригожина является более общей (попытаемся обосновать это в последующих разделах). Здесь лишь отметим, что формулировка Л. Онсагера учитывает эффективность функционирования системы только по критерию энергетических затрат. Формулировка же Пригожина позволяет учесть также и информационное качество (статус) тех или иных потерь энергии. Это очень важно, так как



углубляются возможности анализа. Для любой системы важны не только количественные показатели теряемой энергии или ее квазиэнергетических аналогов, но и их качественные характеристики.

В частности, для любой экосистемы различные особи и биологические виды в тот или иной момент времени могут иметь различную ценность. Для экономической системы различные материальные и информационные активы, несмотря на равную стоимостную оценку в бухгалтерской документации (количественный квазиэнергетический эквивалент), могут иметь совершенно разные значения своей ценности – с точки зрения перспектив развития системы.

**Форма отбора** определяет тот набор *инструментов* (приемов, методов, процедур, организационных основ), при помощи которых реализуется функция отбора. Форма отбора соответствует средствам (технологиям) достижения цели, т.е. отвечает на вопрос: «Как достигается цель?»

В экологических и экономических системах в качестве различных *форм отбора* могут встречаться: конкурентная борьба, различные виды испытаний, задаваемых условиями существования, «конкурсы» преодоления барьеров, обусловленных необходимостью функционирования в условиях различного рода ограничений и др. Такими в экономике являются аукционы и тендеры, а в экосистемах «рыцарские бои» самцов за расположение самок или битвы конкурентных групп за обладание территории.

Если принцип отбора и критериальное начало задаются самой Природой, то выбор формы отбора она может делегировать человеку и даже другим представителям живой природы. Например, каждый вид хищников проводит отбраковку жертв по своим собственным правилам, заботясь при этом, как правило, о поддержании своей кормовой базы (содержании популяции жертв в хорошем состоянии).

**Критерии отбора** – это те параметры (характеристики), по которым происходит отбор различных состояний системы. Фактически критерии отбора представляют собой набор «фильтров», посредством которых в будущее отбираются (или не отбираются) как отдельные состояния системы, так и целиком системы, которые обладают (или не обладают) требуемыми состояниями (качествами).

Формы и критерии отбора могут задаваться как самой Природой в ходе естественного отбора, так и самостоятельно формироваться ее «вольнотпущенниками», в первую очередь – человеком.

У дикой Природы свои рейтинги, кастинги, конкурсы и аукционы, которые она формирует с неистощимой фантазией и изобретательностью, ответствующей бесконечному разнообразию форм и процессов Природы.

Соответственно, каждой форме отбора отвечает свой набор критериев. В одном случае, это физическая сила, в другом – быстрота, в третьем – скорость реакции, в четвертом – способность к нестандартным действиям, в пятом – умение решать коллективные задачи, в шестом – яркая окраска, в седьмом – наоборот, способность быть незаметным, слиться с окружающей средой и т.д. и т.п.

По сообщениям масс-медиа, за последние несколько лет корпорация «Satellite Class Corp.» смогла увеличить производительность труда на 40%. При этом 20% показателя было обеспечено за счет дополнительного стимулирования труда, а 20% – за счет того, что удалось обеспечить *отбор* хороших исполнителей. Как отмечают эксперты, очень важно сформулировать систему адекватных стимулов. Если для работы на вашем предприятии вы будете привлекать работников предоставлением бесплатных страховок по здоровью, к вам устремятся на работу люди нуждающиеся в подобных страховках – т.е. люди с плохим здоровьем.

Все перечисленные формы и критерии чрезвычайно важны для процессов эволюции биологических видов, в которых должны быть отобраны представители, обладающие признаками, наиболее существенными в данных временных и географических условиях. Не меньшую роль в процессах отбора играет способность к *совершенствованию социально-экономических систем*.

## 9.6 Отбор как инструмент совершенствования социально-экономических систем

По мере того, как в ходе эволюции росли масштабы воздействия человека на природу и создаваемые им же активы, увеличивалась роль *принимаемых человеком решений*. Это значит, что человек, оставаясь *объектом* естественного отбора (как представитель одного из биологических видов), все больше начинал выполнять роль и *субъекта* этого отбора. Иными словами, человек сам начинал осуществлять отбор, формируя свои собственные формы и критерии отбора (рис. 9.8). Уместно предположить, что такой отбор следует называть *искусственным*.

Подобное право отбора (предполагающее полномочия «казнить» и «миловать», разрушать и воспроизводить) неотвратимо переходило (и продолжает переходить) к человеку по мере укрепления его превосходства над другими обитателями природы, усиления энергетической (технической) мощи, увеличения информационного потенциала. Функцию отбора в той или иной степени вынуждены осуществлять все представители рода человеческого (хотя и в разной степени) вне зависимости от их персональ-

ной роли в обществе (находятся ли они в гуще событий или предпочитают «плыть по течению» социальных процессов).



Рис. 9.8. Характеристики искусственного отбора в экономике: формы критерии и объекты отбора

Между тем, любое право предполагает наличие не только определенных полномочий, но и обязательств. В частности, как субъект отбора человек обязан сформировать инструментарий его реализации. Не зависимо от

меры полномочий по отбору, которые Природа передает (делегирует) человеку, она ни на мгновение не прекращает реализовывать свой *естественный* отбор. Это значит, что, получая право на осуществление отбора в качестве *субъекта* его реализации, человек не может ни на мгновение выбраться из неотвратимых жерновов естественного отбора уже в качестве его *объекта*.

В результате этого отбора отдельные личности, коллективы, предприятия, страны, этносы и даже целые континенты перемещаются по ней вверх или вниз, на различные этажи общественной иерархии, в зависимости от того, выигрывают или проигрывают они своим оппонентам в конкурентной борьбе.

В этом ни на миг не прекращающемся процессе действия неумолимого естественного отбора одним из важнейших качеств, согласно которому реализуется его функция в человеческом обществе, выступает как раз способность самого человека осуществлять отбор в качестве его *субъекта*. Отдельные люди и общественные группы *отбираются* или *не отбираются* в их передвижении на верхние этажи социально-экономического прогресса в зависимости от их умения самим осуществлять отбор (решений, направлений развития, темпов передвижения).

В свою очередь результаты этого отбора в полной мере зависят от инструментария, который используется людьми для осуществляемого ими искусственного отбора, т.е. *форм* и *критериев* отбора, применяемых каждым человеком или группой людей для реализации их собственных селективных процедур.

## ГЛАВА 10. ЭНЕРГО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

### 10.1 Энерго-информационное единство процессов развития

Эволюция природы осуществляется в рамках синергетических процессов взаимодействия двух сущностных начал – *материально-энергетического* и *информационного*, что обуславливает их диалектическое единство.

Информация рождается из энергии, точнее, из разницы энергетических потенциалов, которые обретают и своей памятью закрепляют 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 и осуществлению ею метаболизма. Повышение энергетического потенциала системы может достигаться в результате информационного совершенствования, ведущего к повышению эффективности ее деятельности.

Таким образом, можно говорить об энергетически-информационном единстве процессов развития системы и эволюции природы в целом.

*Энергетические потенциалы рождают информацию, информация повышает энергетические потенциалы.*

**Информационная «концентрация» энергии.** Американские ученые Говард Одум и Элизабет Одум в своей книге «Энергетический базис человека и природы» (Одум и др., 1978) сделали интересный вывод о качественном различии видов энергии. Они не определили четко критерии оценки качества энергетических потоков, но оставили логический алгоритм конкретизации этого критерия.

По мнению ученых, различные виды энергии отличаются их своеобразной «концентрацией». В свою очередь, качество энергии обусловлено количеством энергии, которую нужно перевести в тепловую для получения данного вида энергии. Чем выше «концентрация» энергии, тем больше нужно первичной энергии (т.е. энергии более низкого качества) для ее получения. С другой стороны, подобная «концентрация» энергии сопровождается повышением удельных качественных характеристик энергии при ее потреблении – что может быть названо улучшением качества энергии. Действительно, чем «концентрированнее» энергия, тем меньше ее количества нужно для выполнения эквивалентного объема работы. Учеными составлена своеобразная шкала *качества энергии* (рис. 10.1 а). Развивая их мысль, можно констатировать:

- из 8000 калорий энергии солнца лишь 8 калорий материализуются в деревьях; однако эта, более «концентрированная» энергия, во-первых,

имеет гораздо более значительную энергоёмкость (для сравнения достаточно провести эксперимент: закипятить котелок с водой на костре с дровами и попытаться получить тот же результат, используя напрямую энергию солнца без какого-либо дополнительного оборудования); во-вторых, обладает дополнительными потребительскими свойствами: не зависит от погоды, допускает длительное хранение и транспортировку, пр.

- из 8 калорий, сконцентрированных в дровах, 4 – переходит в уголь, который как энергоноситель обладает (по сравнению с дровами) еще более высокими потребительскими качествами, главным образом, благодаря своей более значительной энергоёмкости, накопленной в веществе, а также возможности конвертации в другие виды энергоносителей (например, в синтетический бензин), это значительно расширяет спектр возможного использования энергоносителя; а также допускает более удобные формы его транспортировки и хранения;

- из 4 калорий в угле четвертая часть, т.е. 1 единица калорий переходит посредством процессов генерирования на электростанции в электрическую энергию, колоссально расширяющую формы и способы использования, консервации, транспортировки и конвертации энергии на производстве и в быту. Кроме того, электроэнергия значительно облегчает процессы накопления, хранения, переработки и воспроизводства информации.

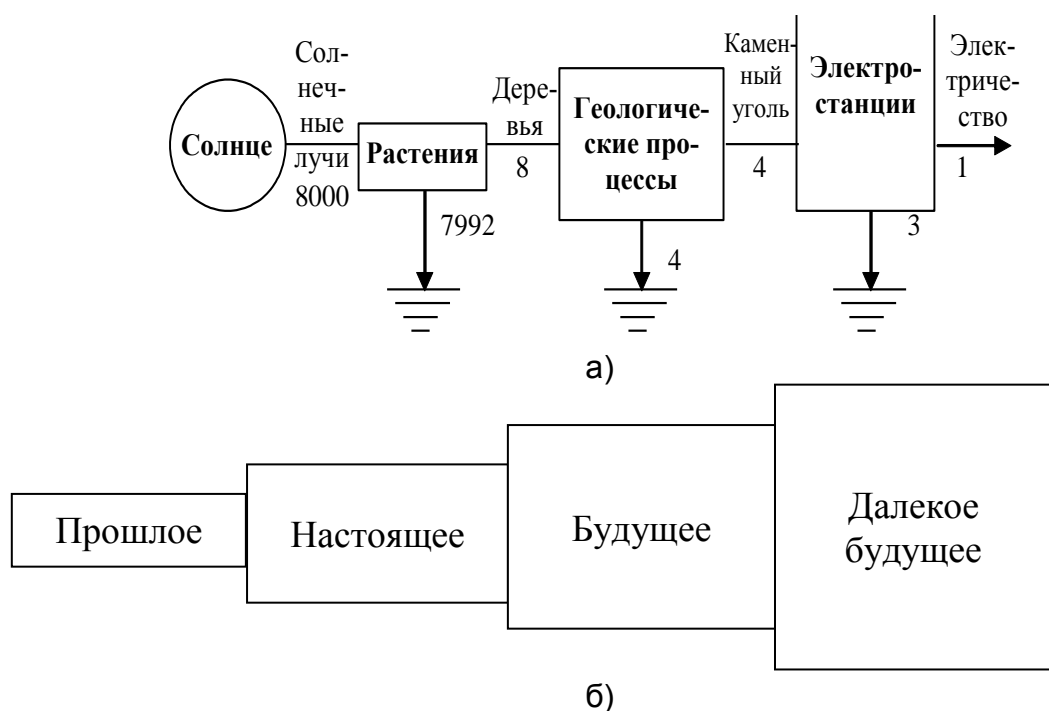


Рис. 10.1. Динамика энергетических и информационных характеристик системы в процессе развития

- а) шкала качества энергии, отражающая затраты энергии более низкого качества для перехода ее в энергию более высокого качества;
- б) условная схема повышения информативности общественных систем в ходе прогрессивного социально-экономического развития

Различные по своему качеству виды энергии, по мнению ученых, различаются и способностью совершать ту или иную работу. Калории солнечной энергии еще должны быть сконцентрированы для того, чтобы они могли совершить работу. Калории же ископаемого или ядерного топлива – это энергия высокой концентрации, которая будучи освоенной и информационно направленной человеком, совершает большой объем работы, управляет большим числом процессов и является результатом работы множества видов энергии – от наиболее концентрированных до наиболее рассеиваемой тепловой энергии.

**Увеличение информативности систем.** При внимательном взгляде на упомянутые процессы можно сделать вывод, что происходит концентрация не только энергии, но и информации. Повышение информационного качества любого материального или информационного актива обусловлено повышением качества готовых продуктов, в производстве которых данный актив участвует, перерабатывая исходные потоки вещества и информации.

Ученые здесь не используют слово «энтропия» (и связанные с ним понятия), хотя вплотную к нему подошли. 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* (ниже мы детально остановимся на этом понятии).

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.

**Время как фактор, формирующий информацию.** *Прогрессивное 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 про-

грессивном развитии будущее является более *информативным* по отношению к настоящему, а настоящее – по отношению к прошлому (рис. 10.1 б). Соответственно, при регрессивном, затухающем развитии можно констатировать обратное. Напомним, что под *информативностью* системы понимается степень упорядоченности системы, выражающаяся в ее приспособленности для выполнения определенных функций.

## 10.2. Взаимодействие энергии и информации

**Организирующее начало энергии высокого качества.** Анализ взаимодействия потоков энергии различного качества позволил упомянутым американским ученым сделать еще один важный вывод: *энергия высокого качества может быть мощным организующим началом энергии низкого качества.*

Этот вывод Говард и Элизабет Одумы сделали на основании *исследования* двух видов обратной связи – отрицательной и положительной, что схематично показано на рис. 10.2.

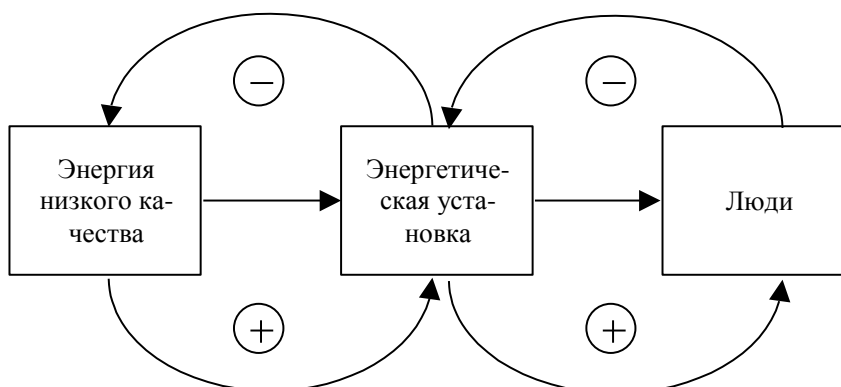


Рис. 10.2. Механизмы обратной связи, регулирующей энергопотоки

В данном случае разбирались две возможные ситуации:

1) воздействие потоков *высококачественной энергии* на потоки *энергии низкого качества* (это обозначено стрелкой со знаком «-»);

2) воздействие потоков энергии более *низкого качества* на потоки *высококачественной энергией* (обозначено на схеме стрелкой со знаком «+»).

По поводу первой ситуации учеными делается вывод, что энергия низкого качества, если на нее не воздействует какая-либо высококачественная энергия, остается *непродуктивной* или малопродуктивной.

Энергия солнечного света остается недоступной для человека до тех пор, пока не будет сконцентрирована автотрофами в биомассу либо улов-



лена созданными умом и трудом человека гелиоустановками или хотя бы линзами, концентрирующими солнечные лучи (т.е. энергией более высокого качества). Энергия высокого качества, следовательно, является организующим началом в концентрации энергии низкого качества.

В частности, если при добыче угля для приведения в действие экскаватора или комбайна используется электричество (т.е. энергия более высокого качества), то для отопления будет получено гораздо больше энергоносителей (угля), чем в том случае, если его добыча будет вестись вручную. При этом очень важно, чтобы получаемая электроэнергия направлялась именно на *усиление* (увеличение производительности, повышение эффективности) производственных процессов, а не на выполнение тех функций, которые могли бы выполняться энергоносителем низкого качества (в данном случае углем). В частности, бессмысленно добывать уголь, затем получать из него электроэнергию, чтобы ею отапливать производственные или бытовые помещения. Эту функцию, как правило, с успехом может выполнять уголь без промежуточных затрат труда, денежных средств и той же энергии.

Таким образом, энергия высокого качества выполняет роль *усилителя* эффектов, производимых при помощи энергии низкого качества. В процессе *усиления* очень незначительный по величине поток высококачественной энергии, называемый «сигналом», во много раз усиливает поток энергии низкого качества. При этом поток высококачественной энергии обеспечивает контроль за всем происходящим процессом, и в результате может достигаться усиление одного либо обоих потоков (Одум и др., 1978). Подобное явление широко используется в различных сферах, в частности:

- в *электронике* – в системах типа «*триггер*»; здесь сигнал, пропускаемый через сетку, которая находится между катодом и анодом, генерирующим энергию низкого качества, может резко увеличить ее поток;
- в *химии*, где роль сигнала играют *катализаторы*, которые, сами не входя в состав продуктов реакций, могут вызвать их существенное ускорение;
- в *биологии*, где функции усилителя выполняют *ферменты*;
- в *управлении*, где функции усилителя выполняют мотивационные инструменты.

**Информативность энергии.** Попытаемся развить идеи ученых, включив в рассуждения понятие *информации*. Как было отмечено нами в предыдущем подразделе, повышение качества энергии, сопровождающееся увеличением ее потенциальной возможности совершать работу (уменьшать энтропию), означает повышение *информативности* энергии. В приведенных примерах мы находим еще одно подтверждение этому. Более «концентрированная» (согласно терминологии Одумов) энергия способна упорядочивать потоки энергии низкого качества, т.е. управлять ими. В частности, влияние

маломощного потока высококонцентрированной энергии – так называемого *сигнала* – является не чем иным, как информационным воздействием потоков энергии высокого качества на потоки энергии низкого качества.

Таким образом, кроме теплового эквивалента, измеряемого калориями, виды энергии (равно, как и другие материальные активы) различаются своей *информативностью*, т.е. способностью производить работу по упорядочению системы.

Следовательно, *энергия информативна, а информация энергетична*. Это значит, что различные виды *энергии* различаются своей способностью изменять упорядоченность системы (т.е. уровень её *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 словосочетание *энергетический поток* можно понимать и буквально – как поток энергетической субстанции, и расширенно – как принятый в результате *управленческого решения* вариант, использования любых видов ресурсов (сырья, материалов, энергии, информации) более низкого уровня *упорядоченности*, т.е. имеющих более низкий *информационный статус* (а согласно определению Одумов, более низкое качество) по сравнению с корректирующим ресурсом. Последний можно трактовать как ресурс, позволяющий управлять эффективностью используемых активов. Он, в частности, может быть представлен техническим средством, повышающим производительность труда или руководителем, организующим работу коллектива с максимальной эффективностью. В данном случае можно говорить, что данный материальный или материально-информационный фактор осуществляет *информационный контроль* за энергетическим (квазиэнергетическим) потоком более низкого качества.

### 10.3 Относительная замещаемость энергии и информации

**Взаимная конвертация энергии и информации.** Одной из заслуг Говарда и Элизабет Одумов является то, что им удалось развить взгляды на многообразие различных видов энергии.

На основе предложенной шкалы качества энергии американскими учеными рассчитаны энергетические эквиваленты. В табл. 10.1 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 (УТ). 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, поскольку 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 10.1. Энергетические эквиваленты

Вид энергии	Затраты энергии (число калорий для получения одной калории УТ)	Эквиваленты УТ (ЕУТ на одну тепловую калорию)
Тепло рассеиваемых солнечных лучей	10000	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.)		25000 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 (Одум и др., 1978).

**Закон относительного замещения энергии информацией.** На основе вышеприведенных выкладок можно прийти 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» (информативней) 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 головою – нет ногам покоя».

В более серьезной трактовке этот закон, пожалуй, можно сформулировать так:

*при выполнении работы информация в определенных пределах может заместить энергию с экономией последней.*

Обращает на себя внимание то, что в приводимой учеными табл. 10.1 в ряду видов энергии появляются деньги с очень высоким эквивалентом.

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 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 – величины 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 их информативности (кстати, так же, как и упоминавшихся выше видов энергии). Следуя далее этой логике, можно сказать, что и сами информационные средства различаются уровнем своей *информативности*. В основе такой оценки (как мы убедились ранее, лежит качество информации – ее ценность, адекватность, полнота, своевременность и др.).

## 10.4 Информационный статус капитала

*Степень информативности, или информационный статус капитала* в первом приближении могут быть определены как мера *способности капитала оказывать упорядоченное воздействие на процессы, происходящие в природе и обществе*. Иными словами, степень информативности характеризует способность данного вида капитала повышать возможности системы выполнять работу по своему упорядочению.

*Количественной мерой информационного статуса* капитала можно считать максимальный потенциально возможный эффект от его использования – в частности, объем свободной энергии (квазиэнергии), которая может быть вовлечена в систему или сэкономлена в ней благодаря использованию единицы данного вида капитала (рис. 10.3).

В качестве своеобразных показателей *информационного статуса* различных станков и инструментов могут служить показатели их производительности. Характеристикой информационного статуса *основных фондов* является показатель их фондоотдачи.

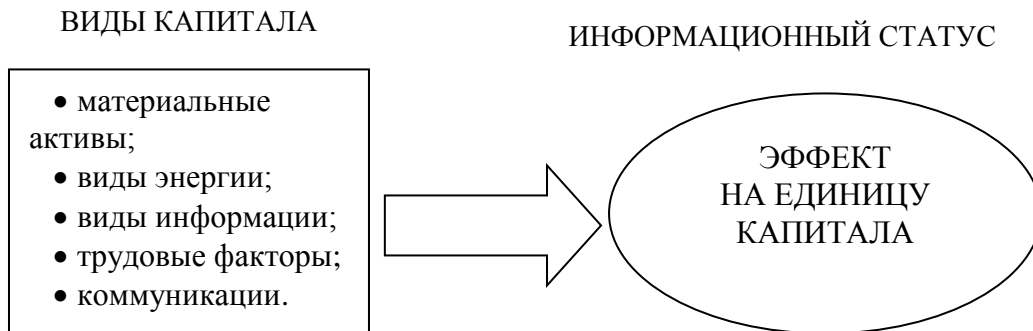


Рис. 10.3. Содержание информационного статуса капитала

Действительно, вложение одной и той же суммы денежных средств в различные виды капитала (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 мероприятий* для снижения потребности в энергоресурсах на величину их дефицита;
- *прием на работу специалистов* высокой квалификации (или подготовка собственных), которые способны изменить структуру энергопотребления системы (например, путём устранения энергоёмких секторов деятельности).

Каждая из перечисленных мер преследует одну и ту же цель – ликвидацию *дефицита энергоресурсов*. Однако все они имеют различную цену реализации, т.е. требуют различных издержек. Это значит, что экономический результат (т.е. соотношение доходов и затрат) будет тоже различным.

Исходя из сказанного, можно заключить, что *информационный статус* любого *производственного актива* обусловлен *количеством и качеством товаров*, которые производятся с его помощью (или выполняемых им производственных функций). Это предполагает, скажем, способность товаров качественно удовлетворять определенные потребности, обеспечивая при этом высокие эксплуатационные характеристики (эффективность, долговечность, надежность, быстроедействие, пр.)

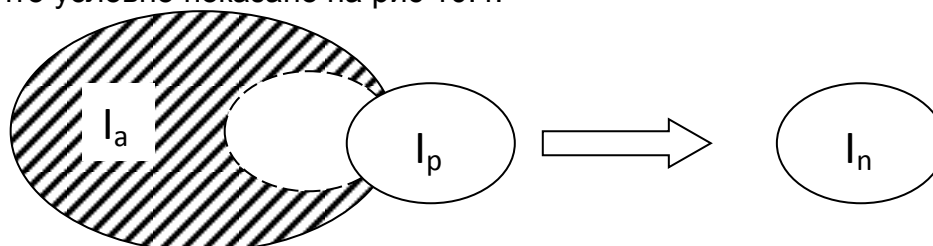
В свою очередь, информационный статус актива связан непосредственно с *количеством и качеством информации*, которыми обладает актив для выполнения необходимых в данном случае производственных функций.

Последнее условие существенно. Для производственного актива важно обладать не любой информацией, а лишь той, которая может быть применена с пользой для дела, в частности, быть задействована при выполнении конкретных работ (определенных функций), необходимых для изготовления данных видов продукции. Собственно, *ценность* любого вида информации, т.е. ее полезность для выполнения определенного вида функций и есть одним из критериев, определяющих качество информации.

В частности, предприятие может располагать сложнейшим современным оборудованием для производства оптических приборов. Однако в условиях данного предприятия *информационный статус* упомянутого оборудования будет чрезвычайно низким. Причина – в том, что это оборудование оказывается бесполезным для тех функций, которые приходится выполнять данной экономической системе, специализирующейся на изготовлении... *швейных изделий*. В данном случае можно сказать, что оборудование используется не по *целевому (функциональному) назначению*. Это и определяет его низкий информационный статус.

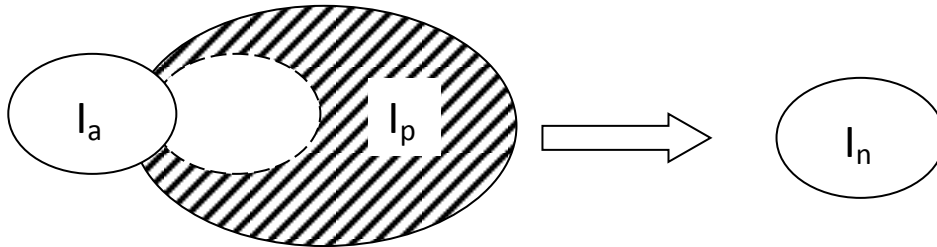
В современных экономических системах, как правило, производственные факторы (виды капитала) действуют комплексно – взаимодействуя друг друга. Поэтому информационный статус определенного производственного процесса зависит от сочетания информационных статусов определенных групп производственных факторов, участвующих в процессе. При этом итоговый информационный статус лимитируется информационным статусом фактора, имеющего его минимальное значение.

Приведенные выводы можно проиллюстрировать примером сочетания потенциальных информационных статусов определенного *средства производства* (вида капитала) –  $I_a$  и использующего его *работающего* (трудового фактора) –  $I_p$ . Максимальный информационный статус *производственного процесса* ( $I_n$ ) достигается тогда, когда информационный статус средства производства соответствует информационному статусу работающего (отдельного исполнителя или коллектива, использующего данное средство производства), что условно показано на рис 10.4.

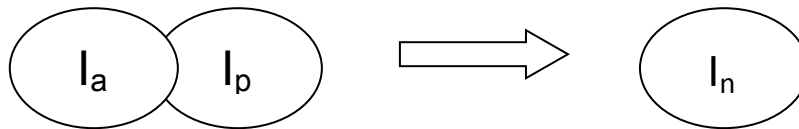


а) Информационный статус средства производства значительно выше информационного статуса исполнителя, который его применяет (*условный пример: малоквалифицированному рабочему предложили работать на многофункцио-*

нальном станке с программным управлением; рабочий может реализовать лишь малую долю преимуществ, предоставляемых станком; заштрихованный участок показывает условные потенциальные потери производительности);



б) информационный статус исполнителя значительно выше информационного статуса используемого им средства производства (*условный пример*: компьютерщика высокого уровня при выполнении сложных расчетов снабдили устаревшим компьютером со слабым программным обеспечением; заштрихованный участок показывает потенциальные потери экономического результата);



в) информационный статус средства производства соответствует информационному статусу применяющего его исполнителя (*условный пример*: бухгалтер, знакомый с компьютером, способен с помощью вычислительной техники оптимизировать учет на предприятии, обеспечив максимальную эффективность работы).

Рис. 10.4. Соответствие информационных статусов средства производства и работающего

После сказанного в новом свете предстают явления социальной и экономической жизни, ведущие к снижению информационного статуса производственных активов.

К явлениям подобного плана следует относить казнокрадство и воровство. Основная опасность их кроется не столько в изменении субъекта собственности, сколько в значительном снижении информационного статуса украденного (в терминах Одумов, происходит использование «высококачественной энергии» по назначению и функциям «низкокачественной»). Например, украденные деньги извлекаются из оборота, где они могли бы выполнять работу (производить порядок). Вместо этого они складываются в различного рода «кубышки», тратятся на различные низкопробные развлечения, вывозятся за границу, где начинают работать на

чужие экономики (т.е. переводятся в разряд диссипативной энергии). Не-что подобное происходило долгие годы с «выносимыми» через заводские проходные (т.е. украденными) производственными активами. В частности, перфокарты вычислительных центров использовались в качестве подставок для посуды, стелек для обуви и т.д. и т.п. В отпечатанные типографским способом бланки отчетной документации заворачивались пирожки. Высококачественными изделиями из дерева и резины топили печки. Бензин и солянку просто сливали в землю тысячами литров ради приписок «тонно-километров пробега» (а фактически – своеобразной формы воровства).

В наши дни аналогами подобных явлений понижения *информационного статуса* активов являются хищения высококачественных изделий из черных и цветных металлов ради сдачи их в металлолом. В этом же ряду – невыплаты заработной платы. Последнее, видимо, требует комментариев.

Заработанная и начисленная зарплата является фактически уже квазиэнергетическим 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.

Несвоевременная выплата зарплаты является, выражаясь терминами экономической науки, попыткой компенсировать удлинение существующего периода оборачиваемости оборотных средств за счет увеличения их среднего остатка. Выходит, что проблему поддержания гомеостаза (стационарности) нынешнего состояния системы пытаются решать путем разрушения гомеостаза будущего состояния. А ведь оно, по «законам» прогрессивного развития, является более информативным по отношению к настоящему. Следовательно, его – будущее состояние – можно рассматривать как последующий этап процесса саморазвития системы и увеличения уровня ее упорядоченности. Таким образом, речь идет о снижении уровня будущего гомеостаза системы по отношению к потенциально возможному. Это сопряжено с неизбежной потерей возможных вариантов развития, что может квалифицироваться как разрушение виртуальных перспектив развития системы.

Еще раз повторимся, что основные издержки, обусловленные воровством (в какой бы форме оно ни выступало), связаны со значительным *снижением информационного статуса* украденного.

Подводя итог всему вышесказанному, можно констатировать, что необходимой предпосылкой *прогрессивного развития* системы является ее способность к постоянному *повышению информационного статуса* компонентов системы.



## 10.5. Энерго-информационное содержание механизмов обратной связи

Сказанное позволяет по-новому взглянуть на механизмы реализации обратной связи. Они обеспечиваются посредством двух видов взаимодействия энергии и информации (в данном случае *энергия* трактуется расширенно как любой материальный актив).

*Механизм отрицательной обратной связи* обусловлен воздействием энергии более «высокого качества» на энергопотоки «низкого качества». «Высококачественная» энергия не только более информативна, но и является более дорогой, так как требует значительно более весомых затрат труда для своего получения. Это значит, что использование *высококачественной* энергии для повышения упорядоченности энергопотоков *низкого* качества (т.е. поддержание существующего гомеостаза системы) оправдано только в том случае (по тем направлениям и в том объеме), если суммарный результат от повышения эффективности в системе больше затрат на увеличение «качества» используемого для этих целей объема «высококачественной» энергии.

В частности, использование электроэнергии при добыче угля целесообразно только в том случае, если 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 дающих возможность 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 всю полученную электроэнергию только для отопления производственных помещений, в частности, угольных забоев. Оговоримся, что электроэнергию на отопление целесообразно использовать лишь там, где по ряду причин другие способы не применимы, либо в тех случаях, когда речь идет об избыточном (т.е. практически дармовом) характере энергии – при её низкой востребованности по другим направлениям (напр. ночной энергии).

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, подметали улицы или работали подсобными на стройках. Это не только насилие над здравым смыслом, но и грубое нарушение энергоэнтропийных принципов прогрессивного развития, которое

реализуется в том случае, если каждое последующее состояние системы является энергетически более эффективным, чем предшествующее. Приведенные нами случаи можно сравнить, пожалуй, лишь с отоплением помещений компьютерами. Между тем, описанные картины разрушительного понижения информационного статуса производственных активов – не досужий вымысел автора (как может показаться представителям молодого поколения), а вполне реальные факты обыденной жизни страны четверть века назад.

Нечто похожее происходило совсем недавно и в условиях современной Украины. Средства, вырученные от продажи угля (к тому же по дотационным ценам), полностью использовались в целях приобретения оборудования для добычи того же угля. Круг замыкался. Если учесть неизбежные энтропийные потери в этом «беге по кругу», можно было безошибочно спрогнозировать проявление нарастающих кризисных явлений, связанных с функционированием угольной отрасли.

*Синергетика* и *энергоэнтропика* характеризуют упорядочение системы как «процесс усиления порядка в системе за счет увеличения беспорядка (производства энтропии) во внешней среде». Описанные же явления можно характеризовать как поддержание порядка в одних частях (подсистемах) системы за счет разрушения порядка (снижения упорядоченности) в ее же структурах более высокого информационного уровня организации. Иными словами, поддержание порядка подобными мерами может происходить только за счет саморазрушения системы. Учитывая все сказанное, можно сделать вывод: основная причина краха социалистической системы – не происки врагов, а ее энергоэнтропийное саморазрушение изнутри.

Одним из наиболее эффективных методов управления процессами поддержания гомеостаза социально-экономических систем является тот, который основан на использовании *информационного контроля гомеостаза*.

***Информационным контролем гомеостаза*** можно считать процесс поддержания состояния *стационарности* (устойчивого динамического равновесия) на основе ***управляющего информационного принципа***, т.е. информационного алгоритма (правила, приема, технического средства или метода), значительно снижающего ресурсоёмкость (т.е. энергоёмкость, понимаемую в расширенном значении) осуществления функции поддержания гомеостаза. Его применение позволяет достигать заданную цель с затратами энергии (квазиэнергии) несоизмеримо (на несколько порядков) меньше уровня метаболизма системы, т.е. ее вещественно-энергетического обмена с окружающей средой.

Иными словами, речь идет о том, чтобы удерживать гомеостаз не силой, а мыслью (информацией). Это чрезвычайно важно. Чтобы убедиться, насколько бесперспективно силовое поддержание стационарного состояния (устойчивой неравновесности) системы достаточно привести лишь несколько примеров.

Попытка повысить устойчивость (или прочность) здания за счет усиления его материальных конструкций обычно приводит к их утяжелению. Следствием является то, что, как правило, наблюдается обратное явление: устойчивость (прочность) здания не возрастает, а снижается. К тому же возрастают затраты на его строительство. Вывод: необходимо искать выход в информационном решении проблемы – применении новых проектных решений или облегченных конструкционных материалов, позволяющих сочетать задачи повышения прочности со снижением массы конструкции.

Еще один пример – из хозяйственной сферы. Попытки добиться увеличения сбора налогов с малых предприятий посредством увеличения налоговых ставок и усиления контроля за деятельностью предприятий оборачивается резким снижением налоговых поступлений. Часть предприятий выходит из бизнеса, не выдержав налоговой нагрузки, а часть – уходит «в тень». К тому же, значительная доля собранных средств начинает тратиться на саму функцию налогового контроля. Выход может быть найден в снижении налогового пресса и в переводе предпринимателей на единый налог. Тогда начинают включаться механизмы *самоорганизации* предприятий, и они сами начинают выполнять функцию контролеров.

Обычно наиболее трудоёмкими задачами в поддержании гомеостаза является те, которые связаны с функциями:

- удержания заданного направления движения (*функция целеполагания*);
- обеспечения согласованности поведения отдельных подсистем в рамках единой деятельности всей системы (*синергетическая функция*);
- решения задачи организации подсистем (*функции самоорганизации и самоуправления*).

**Функция целеполагания.** Вспомним, как трудно удерживать заданное направление движения многотоннажного транспортного средства. Ещё сложнее уследить, чтобы тысячи экономических субъектов осуществляли свою деятельность в русле определенной экономической политики государства (например, с целью защиты прав отечественного товаропроизводителя, расширения рабочих мест или усиления их экологической направленности) Для решения первой задачи в авиации придуман автопилот, для решения второй – в экономике разрабатывают системы направленного налогообложения. Налоговые льготы (уменьшенные или нулевые ставки налогов, налоговые каникулы, пр.) устанавливаются для социально значи-

мых видов деятельности: производящих инновационную продукцию, развивающих «зеленую» экономику, обеспечивающих труд инвалидов, пр.

**Синергетическая функция.** Облегчение реализации синергетической функции, обеспечивающей согласованность действий отдельных подсистем ассоциируется со строевой песней, речёвкой или барабанной дробью. Именно они задают ритм и облегчают задачу «идти в ногу» людям в строю, где так необходима синхронность движения отдельных участников. Чтобы «шагали в ногу» *экономические субъекты*, используется система графиков с системой соответствующей мотивации, предусматривающей наказание «проштрафившихся» или премирование тех, которые выполняют работу в срок.

**Функции самоорганизации и самоуправления.** Насколько важно обеспечить реализацию функций *самоорганизации* и *самоуправления* можно понять, представив процесс управления социально-экономической системы в ручном режиме. Необходимо непрерывно воспроизводить целый ряд чрезвычайно трудоемких функций. В частности, постоянно по отношению к каждому исполнителю решать значительный объем задач и определять: «что делать?», «как делать?», «из чего делать?», «куда девать сделанное?». Кроме того, необходимо постоянное решение проблем мотивации исполнителей и координации их усилий в пространстве и времени. При ошибочных решениях значительная часть зарабатываемых системой средств (свободной квазиэнергии) будет уходить на обеспечение организационных и управленческих функций (в том числе, и за счет постоянного увеличения аппарата контролирующих служб).

При правильном подходе к обеспечению функций самоорганизации и самоуправления львиная доля соответствующей работы будет осуществляться внутри самой системы, не требуя вмешательства извне. В данном случае роль *управляющего информационного принципа*, задаваемого извне, может сыграть разработанный свод правил, увязанный с системами ограничений и мотивов. Примеров упомянутых выше правильных и неправильных подходов немало в практике экономических отношений. Можно обеспечивать занятость миллионов безработных, инвестируя государственные средства в создание дополнительных рабочих мест. А можно создать такие экономические условия, когда эти миллионы безработных превратятся в частных предпринимателей, организующих самостоятельно свою хозяйственную жизнь и, к тому же, регулярно обеспечивающих поступления в государственную казну в виде налогов.

История развития человечества показывает немало примеров информационного контроля гомеостаза системы. К их числу можно отнести:

- детскую игрушку «волчок», где легкие осевые движения рукоятки (сверху-вниз) 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;
- колесо и т.д., и т.п.

Одним из условий применения *управляющего информационного принципа* – определение такого сочетания в пространстве и во времени высококачественных и низкокачественных энергетических потоков (информации, финансовых средств, вещественно-энергетических ресурсов), которое бы обеспечило минимальные *затраты* системы на поддержание состояния своей стационарности (гомеостаза) при максимальном *результате*, достигаемом системой (в частности, притоком в систему свободной энергии).

Чтобы реализовать механизм *информационного контроля гомеостаза* системы, необходимо обладать, говоря фигурально, «спектральным зрением», позволяющим различать информационные «оттенки» (степень информативности) различных элементов социально-экономической системы: материально-энергетических потоков, направлений использования финансовых средств, видов информации. Эти «оттенки» указанных материально-информационных активов определяются их местом в производственном процессе, сферой социально-экономической деятельности, фактором времени.

Используя столь специфическую терминологию, как «спектральное зрение», «дальтонизм», бытующую в узкой сфере офтальмологии, мы подчеркиваем важность такой способности, как умение различать функциональное назначение различных видов затрат, которое экономический субъект осуществляет для обеспечения своего функционирования и развития.

Вспомним квазиэнергетический баланс экономической системы. Поступающий в систему поток средств (аналог *свободной энергии*) распадается на большое количество «ручeyков» – направлений затрат на различные цели хозяйственной деятельности. Все они могут быть объединены в четыре группы издержек: *диссипативных, метаболических, гомеостазных и трансформационных*. Главное отличие между ними заключается в природе причинно-следственных связей между величиной каждого из упомянутых издержек и размерами результатов, которые реализуются вследствие осуществления этих затрат, т.е., иными словами, в зависимостях «затраты-результаты».

В частности, экономия в затратах на зарплату административного персонала может ухудшить организацию производства (но может, и не ухудшить), а вот невыплата зарплаты основным производственным рабочим с большой степенью вероятности будет напрямую вести к срыву производства продукции. Отсутствие средств на закупку материалов для текущего ремонта здания цеха может вести к его несвоевременной побелке. И только! Но, если не будет своевременно закуплено сырье и материалы для основного производства, – это автоматически лишит возможности продолжать производственный процесс.

Особенно важно, чтобы навыками «спектрального зрения» обладали руководители всех уровней и специалисты, принимающие решения, на чём можно экономить, а на чём – нельзя. Только искоренение информационного «дальтонизма» оставляет шанс стране для быстрого подъема экономики и обретения устойчивых темпов социально-экономического развития.

*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 (читай: материальных и финансовых активов) 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.

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. Безусловно, при том условии, что взрыв действительно *направленный*, т.е. управляется информацией (направляется 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 как осознано, так и 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 средних предпринимателей. Однако можно говорить и об обратном. Введение налоговой льготы на определенной вид деятельности (фактически играющей роль косвенной государственной инвестиции) может инициировать развитие целых отраслей, которые формируют профиль реструктуризации, благоприятной для национальной экономики.

Методы «целенаправленного взрыва» и «импульса лавинообразных процессов» являются очень эффективным средством управления процессами развития. Вместе с тем, именно из-за высокой эффективности осуществления работы, это – очень рискованные методы, требующие тщательной прогнозной проработки возможных информационных каналов развития будущих процессов. Любая ошибка может вести к крупномасштабным экономическим или социальным потерям. Существует риск, что энергетический (квазиэнергетический) импульс обеспечит значительный эффект, однако «не в том направлении».

Общим для всех методов реализации механизмов *положительной обратной связи* является стремление максимально использовать энергию *естественных процессов*, протекающих в природе и обществе.

**Стоимостная природа механизмов обратной связи.** Выказанные 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 исходных материалов, из которых эти изделия изготовлены. В данном случае читатель будет оценивать эволюцию информационного статуса предметов труда с точки зрения *потребителя*, т.е. на основе увеличения *потребительной стоимости*.

Для экономистов, представляющих интересы *предприятия-изготовителя*, важен 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 активы 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 последующий выход готовой продукции или её качественные характеристики.

Анализируя особенности реализации механизмов *отрицательной* и *положительной* обратной связи, можно сделать вывод: искусство устойчивого управления развитием – это мастерство осуществления информационного контроля гомеостаза системы. Оно основано на способности создавать условия для будущих трансформаций системы, путём ориентации вещественно-энергетические потоки по наиболее эффективным информационным каналам.



# ГЛАВА 11. ЭНЕРГОЭНТРОПИЙНЫЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ

## 11.1. Понятие об энтропийном балансе

**Причины производства энтропии.** Как было показано в предыдущих разделах, любые процессы функционирования и развития систем сопровождаются произвольным (естественным) снижением их упорядоченности. Это явление называется *производством энтропии*. Причин этому – несколько. Во-первых, происходит неотвратимый износ компонентов, из которых состоит система. Во-вторых, на функционирование (и даже просто поддержание стационарности своего состояния) система ежемоментно вынуждена расходовать энергию. В-третьих, неизбежно часть энергии необратимо теряется, рассеиваясь (диссипируя) во внешнюю среду, не производя при этом никакого полезного действия.

В экономических системах, производство энтропии связано, в частности, с физическим износом материальных активов, снижением эффективности использования информационных факторов (часть из них устаревает, другая – утрачивается или забывается), нарушением внутрисистемных и внешнесистемных связей (в частности, по разным причинам прерываются поставки сырья от традиционных поставщиков, из-за снижения спроса на выпускаемую продукцию ряд оптовых покупателей снижают заявки на ее приобретение).

На осуществление своей деятельности (закупку сырья, производство и реализацию продукции) предприятие ежедневно расходует свои средства. Даже предприятие, временно не выпускающее продукцию, вынуждено нести расходы: поддерживается работоспособность производственных площадей, выплачивается (хоть и в уменьшенном виде) зарплата персоналу, присутствуют организационные затраты (арендные платежи, плата за землю, пр.). Но эти текущие затраты, обуславливающие производство энтропии, не ограничиваются.

Предприятие вынуждено также нести часть непроизводительных издержек – затрат квазиэнергии (утрата кондиций части продукции, невозможность реализации отдельных ее объемов или ее вынужденная реализация по заниженным ценам, налоги, коррупционные платежи, спонсорские выплаты, пр.).

Все перечисленные факторы и обуславливают производство энтропии, которая является мерой повышения *неупорядоченности* в системе (Дятлов, 2013; Арбузов, 2012). Ведь потеря энергии (квазиэнергии) – первый шаг к неизбежному снижению упорядоченности. Беспорядок начина-

ется там, где возникает недостаток средств для ремонта производственных мощностей, своевременной выплаты зарплаты для их обслуживания и т.п.

**Антиэнтропийная деятельность.** Преодолеть нарастание неупорядоченности можно только целенаправленной деятельностью по воспроизводству упорядоченности (условно, *отрицательной энтропии*) в системе. Для этого в системе должны постоянно восполняться убывающие запасы *свободной энергии*. Это может происходить только за счет вовлечения системой свободной энергии из внешней среды. Как здесь ни вспомнить любимую поговорку менеджеров: «Все плохое (читай – энтропия) приходит само собой), все хорошее (читай – упорядоченность) нужно создавать»! Деятельность открытых стационарных систем и направлена на преодоление нарастания в них энтропии.

В этой связи уместно еще раз упомянуть слова нобелевского лауреата А. Шредингера, говорившего, что «живые организмы питаются отрицательной энтропией». Иначе говоря, смысл фразы следует понимать так, что живые организмы существуют за счет своей способности компенсировать созидательной деятельностью нарастание энтропии в системе.

Таким образом, соотношение (баланс) процессов *производства энтропии* в системе и ее *оттока* (т.е. воспроизводства упорядоченности) является одной из важнейших характеристик и наиболее наглядных показателей качества функциональной деятельности системы и ее текущего состояния.

**Энергоэнтропийный баланс.** Метод исследования балансов изменения *энергии* и *энтропии* получил название *энергоэнтропики* (Алексеев, 1983).

Построение *энергоэнтропийного* баланса основывается на анализе изменения величины *энтропии* системы. Изменение энтропии открытой стационарной системы складывается из двух составляющих (рис. 11.1):

$$\Delta S = \Delta S_{\text{вн}} + \Delta S_{\text{об}}, \quad (11.1)$$

где  $\Delta S$  – общий *прирост энтропии* в системе;  $\Delta S_{\text{вн}}$  – прирост энтропии, производимой внутри системы; она обусловлена процессами самопроизвольного разупорядочения системы (процессы износа, ухудшения функций, нарушения связей, пр.) и является всегда положительной величиной ( $\Delta S_{\text{вн}} \geq 0$ );

$\Delta S_{\text{об}}$  – изменение энтропии, связанное 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 есть функция состояния вещества – вместе с веществом энтропия поступает в систему или выводится из нее.

Таким образом, состояние системы зависит от двух факторов: энтропии, производимой *внутри* системы, и энтропии, обусловленной *внешним обменом*.

**Предпосылки устойчивости и развития.** Знак  $\Delta S_{об}$  может быть и положительным, и отрицательным: иными словами, приток энтропии в систему может быть как больше, так и меньше ее оттока. Соответственно, изменение энтропии открытой системы в целом может быть положительным, отрицательным или равным нулю. Граничное состояние системы будет достигаться тогда, когда производство энтропии внутри системы будет в точности компенсироваться оттоком энтропии за счет ее обменной составляющей, а формула 11.1 приобретет вид.

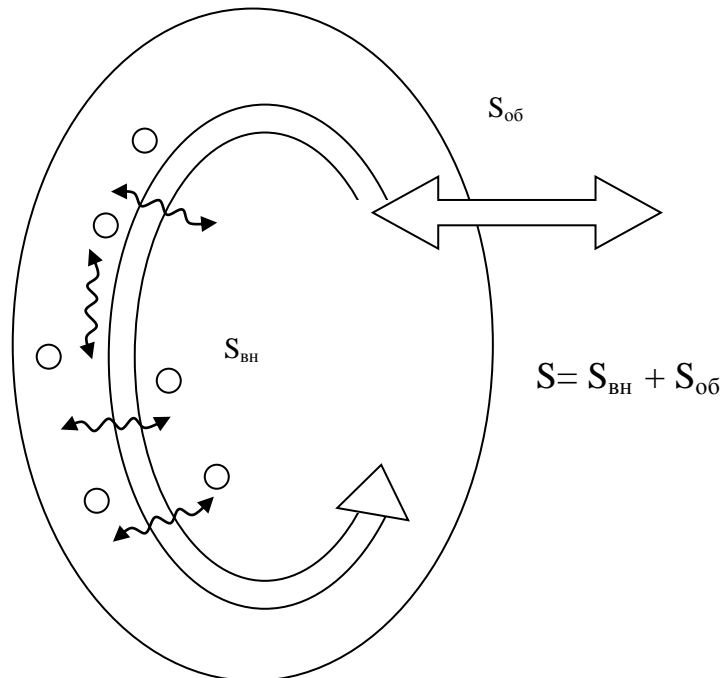


Рис. 11.1. Схема суммарного производства энтропии в системе

$$\Delta S_{вн} = -\Delta S_{об}, \text{ или} \quad (11.2)$$

$$\Delta S_{вн} + \Delta S_{об} = 0. \quad (11.3)$$

Такое условие может быть названо *необходимой* предпосылкой нахождения системы в *устойчиво неравновесном*, или *стационарном* состоянии. Именно в этом случае значения указанных двух 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, т.е.

$$\Delta S_{об} < 0, \text{ но } |\Delta S_{об}| > |\Delta S_{вн}|, \text{ или} \quad (11.4)$$

$$\Delta S_{вн} + \Delta S_{об} < 0. \quad (11.5)$$

Подчеркнем, что рассмотренные условия являются лишь *необходимыми* предпосылками пребывания системы в соответствующих состояниях *стационарности* или *прогрессивного развития*.

Почему же это не обеспечивает и достаточных предпосылок? Да, потому, что рассмотренные условия могут оказаться результатом фиксации двух разделенных во времени состояний системы.

За период в промежутке 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. Ход изменения подобного состояния не может быть назван ни устойчивым, ни упорядоченным.

Безусловно, каждому понятно, что без мытья посуды, уборки комнат и ремонта дорог нельзя добиться нормального состояния кухни, квартиры, дорожного хозяйства. Это *необходимое* условие *упорядоченности* соответствующих систем. Но важен не только сам факт проведения соответствующих работ, их объем и даже их результат, но и то насколько регулярно они производятся.

Помыв раз в неделю посуду, идеально убрав раз в месяц в квартире и отремонтировав раз в год дороги в городе, мы полностью устраняем накопившийся там беспорядок. Это значит, мы целенаправленной деятельностью полностью устраняем конечный результат увеличения энтропии в соответствующих системах, а может, даже превышаем их прежнюю упорядоченность (т.е. ту, которая была изначально на кухне, в квартире, на дорогах до того, когда они стали приходить в беспорядочное состояние).

Но значит ли это, что нам удалось добиться состояния *упорядоченности* системы на протяжении всего рассматриваемого периода? Отнюдь, нет. Всю неделю на кухне росла гора немытой посуды, большую часть месяца приходилось жить в неубранной квартире, значительное время года дороги в городе оставались разбитыми. Большую часть соответствующих периодов рассматриваемые системы оставались в *неупорядоченном* состоянии. Иными словами, при нулевом балансе на конец периода результатов *энтропийной* и *антиэнтропийной* деятельности итог упорядоченности состояния системы в рамках периода явно неутешителен.

Ситуация может существенно измениться, если изменить подход к упорядочению системы. Во-первых, устранять беспорядок сразу же по мере его появления. А во-вторых, перенести акцент с устранения послед-

ствий процессов разупорядочения на их текущую минимизацию (т.е. снижение производства энтропии в отдельные периоды времени). Скажем, стремиться максимально поддерживать порядок в квартире, возвращая вещи на свое место после каждого их использования («чисто не там, где убирают, а там, где не сорят»). Или же добиваться высокого качества дорог, повышая их долговечность, что максимально снизит потребность в ремонте.

Такой подход существенно изменяет характер затрат на *антиэнтропийную* деятельность. Во-первых, вместо «ликвидации последствий нарушения» (как правило, это различные формы устранения аварий, текущих ремонтов или генеральных уборок) затраты будут направляться на профилактику (предупреждение) нарушений. Во-вторых, должны затраты децентрализоваться (распределяться) во времени. Средства используются не тогда, когда «терпеть уже нельзя», а тогда, когда этого требует регламент. Как правило, это значит: когда нарушение еще не произошло. В-третьих, затраты на «профилактику», обычно, оказываются в несколько раз ниже (по оценкам автора, от 2 до 10 раз), чем затраты «на устранение последствий». Даже пресловутый «ямочный ремонт дорог» будет тем дешевле, чем на более ранней стадии образования ям на дорогах он будет производиться. При этом ущерб от эксплуатации поврежденных дорог будет тем больше, чем дольше по ним придется ездить автомобилям.

Сказанное заставляет задуматься и еще над одной проблемой, а именно: формированием форм *мотивации* антиэнтропийной деятельности. Стимулировать исполнителей нужно не за объемы проделанной ими работы по снижению энтропии в системе, а за конечный результат: *устойчиво поддерживаемый во времени процесс оттока энтропии из системы*.

Иными словами платить нужно:

- *механикам* – не за объемы ремонтных работ (и даже не за их качество), а за поддержание оборудования в рабочем состоянии (в том числе, и за отсутствие неполадок и аварий, а значит, – и необходимости в самом ремонте);
- *врачам* – не за лечение больных, а за хорошее состояние здоровья потенциальных пациентов и минимальную потребность в лечении;
- *менеджерам* – не за ликвидацию «авралов» и чрезвычайных происшествий, а за их отсутствие, т.е. умение их предвидеть и предупредить.

Что же нужно, чтобы достичь *достаточные* предпосылки определенного состояния системы? Ежемоментное выполнение указанных условий. В частности, в стационарном 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 можем сформулировать *необходимые* и *достаточные* предпосылки обеспечения стационарного состояния. Это будет происходить, если на протяжении определенного периода времени будет соблюдаться условие

$$\frac{dS}{dt} \leq 0, \text{ или:} \quad (11.6)$$

$$\frac{dS_{ai}}{dt} + \frac{dS_{ia}}{dt} \leq 0, \quad (11.7)$$

где  $dt$  – бесконечно малое приращение времени.

Предпосылкой прогрессивного развития можно считать ситуацию, когда:

$$\frac{dS}{dt} < 0, \text{ или:} \quad (11.8)$$

$$\frac{dS_{BH}}{dt} + \frac{dS_{об}}{dt} < 0. \quad (11.9)$$

Следует обратить внимание, что формулы энергоэнтропийного баланса (в частности, 11.6–11.7) принципиально отличаются от формул энергетического баланса (см. главу 4) т.е. формул, фактически моделирующих процессы, происходящие в термодинамике. Указанные формулы (11.6 и 11.7) содержат *время* (!) Это означает переход от процессов, моделируемых *термостатикой* (таковой является, несмотря на своё название, классическая *термодинамика*), к процессам реальной динамики (кинетики), включая квазифизические процессы в экономике. Именно такими и являются упомянутые процессы в реальной жизни.

## 11.2 Факторы производства энтропии

При рассмотрении энергоэнтропийных процессов важно не только раскрыть характер энергоэнтропийного баланса, но и проанализировать содержание факторов, влияющих на сами процессы.

Обозначив буквой  $\delta$  производство энтропии в единицу времени ( $dt$ ) в единице объема ( $dV$ ) системы, можно записать:

$$\frac{dS_{\text{аі}}}{dt} = \int \delta dV, \quad (11.10)$$

где  $\delta$  – величина, называемая *функцией диссипации*.

Данная формула не дает возможности охарактеризовать содержание причин производства *энтропии* (или диссипации энергии) внутри системы. Подобный анализ чрезвычайно затруднен ввиду сложности и многоплановости протекающих в системе процессов.

С очень большой долей условности факторы, влияющие на величину производства энтропии в системе, можно свести к двум основным причинам:

- 1) несовершенству внутренней упорядоченности системы;
- 2) деятельности системы по снижению производства энтропии (производству негэнтропии), т.е. переработке вещества, энергии и информации с целью извлечения из импортируемых в систему материально-информационных потоков упорядоченности, или *отрицательной энтропии* (в частности, *свободной энергии*, обеспечивающей этот порядок).

Выше мы назвали *диссипацию* энергии (т.е. ее необратимое рассеивание во внешнюю среду) главной причиной увеличения *энтропии* в системе. И это действительно так. Диссипация и энтропия – если и не слова синонимы, то уж наверняка неразрывно связаны друг с другом причинно-следственной связью, как сямские близнецы.

С неотвратимой последовательностью *диссипация* конвертируется в *энтропию* везде, где ступает нога человека. Добытая с таким трудом энергия, увы, необратимо теряется с обидной закономерностью, просачиваясь сначала в среду, а затем растворяясь в бескрайнем космосе. И всё – из-за низких к.п.д. оборудования, несовершенства технологий, щелей в оконных и дверных проемах, недостаточных теплоизоляционных покрытий, ошибок в проектах, порывов труб, аварий на дорогах, человеческой лени, жадности, бесхозяйственности, воровства и банальной забывчивости. *Диссипация* стала символом *неэффективности* и бесполезных потерь.

Парадокс заключается в том, что *диссипация* одновременно является и залогом *антиэнтропийной*, т.е. созидательной деятельности, преодолевающей разрушительную стихию энтропии. Все дело в том, что создать что-то новое или увеличить производство уже производимого можно, лишь усилив интенсивность труда. Но при этом неизбежно возрастут и необратимые потери энергии («без труда – не выудишь и рыбку из пруда», «любишь кататься – люби и саночки возить»).

Неработающий агрегат легко отличить от работающего по теплу, которое каждый из них излучает. Живой природе была подарена беспрецедентная возможность движения. Цену за это пришлось платить как раз

диссипативными потерями энергии. Чем интенсивнее деятельность организма, тем больше энергии он излучает во внешнюю среду. В этом легко убедиться, наблюдая различные природные объекты в тепловизор – прибор ночного видения, улавливающий инфракрасные (т.е. тепловые) излучения.

Работающие предприятия отличаются от неработающих количеством автомобилей, снующих через их проходные и интенсивностью платежей, осуществляемых с расчетных счетов. «Умирающие» – резко снижают свою активность, в т.ч. уменьшая и диссипативные потери квазиэнергии (налоги, платежи, штрафы и взятки).

Но следует помнить, что созидательной любая деятельность получается только в одном случае: если доля полезно затрачиваемой энергии будет преобладать над ее диссипативной составляющей. Тогда и энтропия системы станет постепенно «отступать» под напором креативного труда.

То, что *диссипация* и ее неизменная спутница *энтропия* в функционировании системы могут играть не только отрицательную, но и положительную роль, одним из первых научно обосновал нобелевский лауреат И. Р. Пригожин, получивший, кстати, Нобелевскую премию за работы, связанные с исследованиями именно «диссипативных структур» (Пригожин, 2002; Пригожин и др., 1985).

Так и идут они в жизни вместе два *диссипативных процесса*, обуславливая друг друга и борясь друг с другом. Один – сеющий энтропийный хаос и разрушения вокруг, другой – его антагонист, устраняющий последствия первого и несущий созидание. Так трудно отличить их друг от друга. Порой только опытному менеджеру удастся разглядеть приметы каждого из них и, борясь с первым (например, средствами энергосбережения), не начать блокировать второй (скажем, экономя в том числе и на продуктивных затратах энергии).

Таким образом, *функцию диссипации* системы можно представить функцией двух условных параметров:

$$\delta = f(\delta_n, \delta_a), \quad (11.11)$$

где  $\delta_n$  – степень *неупорядоченности* системы (уровень беспорядка в системе);

$\delta_a$  – степень *продуктивной активности* системы.

Таким образом, один и тот же показатель – *диссипативная активность* (или, что то же самое, *производство энтропии*) системы – может одновременно характеризовать и негативную, и позитивную стороны одного и того же явления – деятельности системы, связанной с ее функционированием. Лишь глубокий факторный анализ того, что называется динамическим состоянием системы, позволит как бы разложить единую



характеристику диссипативного потока на ее условные составляющие: «негативную» и «позитивную», т.е. компоненты, соответственно обусловленные *неупорядоченностью* системы и ее *продуктивной активностью*.

**Структурная и функциональная упорядоченность.** 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* (рис. 11.2).

*Уровень структурной упорядоченности* характеризует *совершенство информационного построения* (конструирования) системы. Это 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.

Различие указанных групп факторов можно продемонстрировать на следующих примерах. Высокий уровень *структурной упорядоченности* системы не всегда означает, что система функционирует совершенным образом, и в ней присутствует функциональный порядок. Она может быть неотлаженной, неотрегулированной и работать в режиме, далеком от своих 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 эффективности (к.п.д.). Последний как раз и характеризует итоговый уровень *упорядоченности* (или же *неупорядоченности*) системы.

Иными словами, при очень плохом уходе «Мерседес» или «Тойоту» можно «опустить» до уровня эффективности образцов условно отечественных автомобилей (хотя для этого и нужно «очень сильно постараться»). Но даже при идеальнейшем уходе (функциональной упорядоченности) ни один

автомобиль из серии «Лада» из-за низкой своей структурной упорядоченности не сможет приблизиться к уровню эффективности лучших мировых автомобилей того же класса.

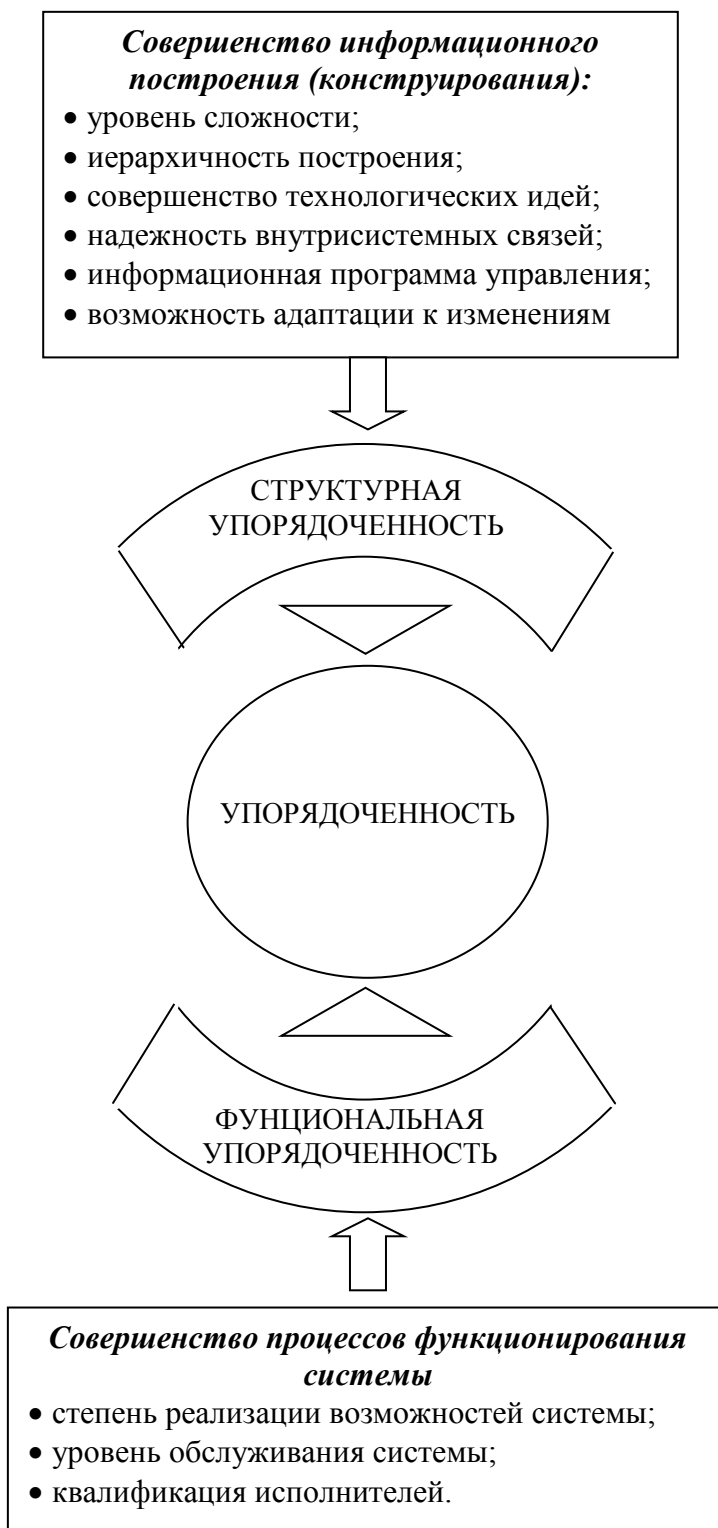


Рис. 11.2. Факторы упорядочения системы

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 к.п.д. даже при условии их совершенной работы. Сложные системы в принципе имеют более высокий уровень эффективности, хотя это обходится более дорогой ценой.

Еще раз подчеркнем, что внутрисистемное производство энтропии, обусловленное продуктивной деятельностью системы, может влиять и на *внешнесистемную обменную* 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 *отрицательной энтропии* обуславливает возникновение энтропийной компоненты ( $dS_{об}$ ) и является *функцией продуктивной диссипативной активности* ( $\delta_a$ ):

$$dS_{об} = f(\delta_a) \quad (11.12)$$

Напомним, что, согласно высказанным ранее предположениям (формулы 11.2 и 11.7), *обменная* составляющая производства энтропии ( $\Delta S_{об}$  или  $dS_{об}/dt$ ) для устойчивого состояния системы должна быть отрицательной величиной, чтобы компенсировать производство энтропии внутри системы ( $\Delta S_{вн}$  или  $dS_{вн}/dt$ ), которое всегда имеет положительный знак. Иными словами, упорядоченности в систему должно прибывать больше, чем последняя успевает разупорядочиваться за тот же период времени. В самом простом случае это означает, что дохода, который получает предприятие от продажи своей продукции, должно хватать для компенсации суммарных его издержек, включая износ оборудования.

### 11.3 Внешнесистемный обмен и энергоэнтропийная деятельность

Как было отмечено выше, источником снижения энтропии в системе является обмен с внешней средой.

Это может быть выражено формулой:

$$dS_{ог} = \frac{dE}{T}, \quad (11.13)$$

где  $dE$  – прирост количества *свободной энергии*, которое система получает извне; следует отметить при этом, что *свободная энергия* ещё не является аналогом *отрицательной энтропии*, как и полученный предприятием доход не является гарантией, что деньги будут эффективно расходованы для совершенствования предприятия – важны также составляющие: *информационная* (правильный алгоритм) и *синергетическая* (совершенство связей); но если речь идёт о приростной величине, то можно допустить, что при неизменном состоянии информационной и синергетической составляющих в относительно малых периодах времени увеличение свободной энергии в системе будет сопровождаться аналогичным снижением энтропии.

$T$  – параметр, характеризующий достигнутый ранее уровень *упорядоченности системы*.

Если  $dE$  представлено количеством тепла, которое система получает извне ( $dE = dQ$ ), а  $T$  – значение абсолютной температуры, то мы имеем дело с классической формулой энтропии:  $dQ/T$ .

В том случае, если показатель  $T$  отражает уровень *структурной упорядоченности* ( $T = T_{стр}$ ), то результат расчета по исходной формуле будет характеризовать величину изменения *структурной энтропии* ( $dE/T_{стр}$ ). Если параметр  $T$  характеризует уровень *информации* о системе ( $T = T_{инф}$ ), можно говорить об изменении *информационной энтропии* ( $dE/T_{инф}$ ).

Следует обратить внимание на взаимосвязь параметра  $\delta_n$ , характеризующего *неупорядоченность* системы (из формулы 11.11), и параметра  $T$ , характеризующего наоборот *уровень упорядоченности* системы (из формулы 11.13). Они связаны обратной зависимостью.

Величину  $dE$  Г.Н. Алексеев (Алексеев, 1983) предлагает определять, исходя из двух параметров: потока энергии и ее движущей силы:

$$dE = \frac{1}{T} \int j_i dX_i, \quad (11.14)$$

где  $j_i$  можно трактовать как *потоки энергии различных (i) субстанций* (массы вещества при диффузии, тепла при теплообмене, заряда при электропотоке, объема реализуемой продукции при экономической деятельности и т.п.);

$dX_i$  – энергоэнтропийные *движущие силы* (удельные разности концентраций, разности температур, разности электрических потенциалов, разно-

сти экономических потенциалов потребителей и производителей (спроса и предложения), обусловленных у одних отсутствием нереализованной потребности в определенной группе товаров и готовности за них заплатить, а у других – избытком этих товаров и желанием получить соответствующую сумму денег от их продажи).

**Роль достигнутой упорядоченности.** Представляется целесообразным остановиться на роли параметра  $T$  в вышеприведенной формуле. Данный показатель отражает достигнутый уровень *упорядоченности* системы и является по своей сути информационным параметром. 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. При повышении  $T$ , чтобы не изменилось  $dE$ , должно быть более весомым суммарное значение произведений потоков и движущих сил ( $j_i \cdot X_i$ ) по различным видам субстанций. Это действительно наблюдается, если сохраняется характер и структура субстанций, обслуживающих обмен системы с внешней средой.

Сказанное позволяет более наглядно представить взаимосвязь между *количеством прироста* упорядоченности и достигнутым уровнем упорядоченности:

$$\text{Темпы притока упорядоченности} = \frac{\text{Прирост упорядоченности}}{\text{Достигнутый уровень упорядоченности}}$$

Такая зависимость легко объяснима – чем больше у нас чего-то, тем труднее быстро изменить его уровень. В частности, если у нас есть всего 10 книг, приобретение еще одной книги увеличит наш библиотечный фонд на целых 10%. Если же до приобретения этой книги у нас было 100 книг, приобретение одной книги увеличит их общее количество всего на 1%.

Усложним ситуацию: введем в пример аналог *энтропийного производства*. Представим, что ежегодно вследствие естественного износа книг из библиотечного фонда мы вынуждены выводить (списывать) 10% книг. Количество книг, которое мы должны будем приобретать лишь для компенсации износа нашего библиотечного фонда, составит в первом случае 1 книгу в год, а во втором – уже 10 книг. Как видим, разница существенная.

Схожую картину можно наблюдать на предприятиях. Чем выше материально-информационный уровень достигнутого производства, тем дороже в абсолютных числах обходится его воспроизводство.

Никто не отрицает, что компьютеризированное или автоматизированное производство обходится значительно дороже кустарной мастерской. В

этом случае может возникнуть естественный вопрос: а следует ли вообще стремиться к повышению уровня производства, если это так недешево?

Все дело в том, что отдача от высокоорганизованного производства намного выше, чем от примитивного. Что это значит? А то, что «цена» притока (привлечения) в систему свежей *свободной энергии*, как правило, возрастает лишь в абсолютном значении. На единицу же *свободной энергии* которую целенаправленной деятельностью удастся привлечь в систему, удельные издержки, необходимые для этого, обычно снижаются. Зачастую даже существенно снижаются.

В частности, на предприятиях повышение уровня производства (до определенных пределов, а именно: в рамках зоны возрастающей отдачи) даёт возможность увеличить объем производства так, что темпы его увеличения будут опережать темпы роста затрат на перевооружение предприятия. Вследствие этого удельные затраты производства (себестоимость единицы продукции) снижаются, а эффективность производства возрастает. Естественно, это лишь теоретическая предпосылка. Для того, чтобы реализовать ее на практике, должно быть проявлено искусство эффективного менеджера.

Однако изменение информационной упорядоченности системы, как правило, вызывает не только количественные, но и качественные трансформации.

**Качественное изменение метаболизма.** Результатом может быть, прежде всего, существенное изменение характера (свойств) и структуры субстанций обмена. В частности, менее совершенные, т.е. более отходоёмкие, экологически вредные, более материалоемкие, менее насыщенные энергией и информацией субстанции могут замещаться более совершенными аналогами.

На предприятии подобные процессы могут проявляться в том, что объем реализации продукции будет возрастать, а «прокачиваемые» через предприятие потоки сырья и материалов, наоборот, снижаться. Например, выпуская более сложную продукцию, которая может быть реализована по более дорогой цене, предприятие может обеспечивать тот же объем реализации при меньшем объеме необходимых ресурсов. Аналогичный эффект может дать снижение материалоемкости и энергоёмкости выпускаемой продукции.

Еще одним результатом может быть значительное изменение эффективности функционирования системы. Это ведет, в частности, к изменению ее энтропийных характеристик. Иными словами, изменяется к.п.д. системы и уровень отходности ее деятельности. При повышении достигну-

того уровня ( $T$ ) возникают предпосылки повышения уровня эффективности, а значит, может быть снижена потребность в целом ряде субстанций.

В частности, более сложный, оснащенный электроникой и спецоборудованием автомобиль оказывается значительно более экономичной системой. Хотя работа любых дополнительных технических средств требует соответствующих затрат материалов и энергии, выгоды информационного усложнения системы обгоняют рост энергозатрат. Удельные затраты энергии на единицу выполняемой работы (например, пробега 100 км пути) снижаются.

Подводя итоги сказанному, можно отметить, что в условиях конкретного предприятия, благодаря повышению уровня производства, можно ожидать четыре вида эффектов, представленных на рис. 11.3.



Рис. 11.3. Виды эффектов, достигаемых благодаря упорядочению экономических систем

**Параметры стационарного состояния.** На основе формул 11.2, 11.7, 11.10 и 11.14 принципиальную формулу *энергоэнтропийного баланса*, соответствующую *стационарному* состоянию системы, можно представить, исходя из предположения, что количество производимой в системе энтропии ( $\delta$ ) будет компенсироваться ее оттоком за счет поступления *свободной энергии* извне (выражение в правой части равенства 11.14), т.е.:

$$\int \delta dV = \frac{1}{T} \int j_i dX_i, \text{ или:} \quad (11.15)$$

$$\int \delta dV - \frac{1}{T} \int j_i dX_i = 0. \quad (11.16)$$

Учитывая то, что на практике первый член вышеприведенной формулы всегда положителен (самопроизвольно *энтропия* системы может только увеличиваться, т.е. быть больше «нуля»), можно сделать вывод, что условия равенства будут соблюдаться, только если второй член, представляющий количество поступающей в систему *свободной энергии*, по знаку также будет положительным (количество поступающей в систему извне свободной энергии будет превышать затраты на ее привлечение), а количественно – по абсолютной величине – будет равным первому члену. В этом случае отток энтропии из системы (производство отрицательной энтропии) за счет внешнесистемного обмена будет компенсировать возрастание энтропии внутри самой системы. Скажем, предприятие за счёт получаемого дохода будет покрывать все издержки своей деятельности.

Выражение в левой части уравнения может быть названо *темпом изменения энтропии* системы. Соответственно выражение, имеющее противоположный знак, может быть названо *темпом изменения отрицательной энтропии* (негэнтропии) –  $\xi$ , или темпом увеличения *свободной энергии* в системе. Это может быть выражено формулой:

$$\xi = - \left( \int \delta dV - \frac{1}{T} \int j_i dX_i \right), \text{ или:} \quad (11.17)$$

$$\xi = \frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV. \quad (11.18)$$

При *стационарном* состоянии системы уровень ее *отрицательной*, равно как и положительной *энтропий* будет оставаться постоянным, т.е. темпы их изменения будут равны нулю (возможные их приросты будут взаимно уравновешивать друг друга):

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV = 0. \quad (11.19)$$

Как видим, формулы 11.16 и 11.19, характеризуя принципиально разные величины, показывают одинаковый итог. Немного утрируя, можно сказать, что формула 11.16 показывает, что «стакан наполовину пуст», а формула 11.19 – что «стакан наполовину полон». Чтобы сравнение было максимально точным, добавим, что жидкость в стакане находится в динамическом состоянии: часть ее постоянно из стакана выливается, при этом



стакан постоянно пополняется. Причем темпы пополнения стакана всегда равны темпам его опорожнения. Добавим, что опорожнение стакана символизирует *снижение его упорядоченности* (увеличение энтропии), а пополнение – можно считать аналогом обратного процесса – *оттока энтропии* (увеличения упорядоченности).

Условия же прогрессивного развития системы, т.е. постоянного увеличения ее упорядоченности, будут соблюдаться в том случае, если первая составляющая формулы 11.18 ( $\frac{1}{T} \int j_i dX_i$ ) будет по абсолютной величине превышать значение энтропийной компоненты ( $\int \delta dV$ ). Пользуясь уже приведенной ранее аналогией, можно сказать, что «темпы наполнения стакана должны превышать темпы оттока жидкости из него». Это может быть формализовано выражением:

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i > \int \delta dV, \quad (11.20)$$

или, что тоже самое:

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV > 0. \quad (11.21)$$

Первый член в данном выражении представляет *неэнтропийную* составляющую, а второй – *энтропийную*. В данном случае знак «плюс» перед первым членом отражает *приток* отрицательной энтропии (упорядоченности), а «минус» перед вторым членом – ее *отток*.

Таким образом, предпосылки *прогрессивного развития* возникают тогда, когда приток *отрицательной энтропии* (за счёт увеличения тепла, электрического заряда, капитала) в систему превышает производство системой *энтропии* (потери тепла, электрического заряда, денежных средств).

В целом выражение в левой части вышеприведенного неравенства (формула 11.21), как и в левой части неравенства 11.9 характеризует состояние *динамической системы*.

## 11.4. Учет динамики системы

Теперь обратим внимание на очень важную вещь: *динамику*, то есть изменяемость состояния системы и то, от чего она зависит. В теории рассматриваются два типа систем: *динамические* и *статические*. В чем разница между ними? Понять это, возможно, сложнее, чем может показаться на первый взгляд, и очень легко спутать указанные понятия.

*Динамическая система* – это система, состояние которой зависит от *динамических* факторов, т.е. тех, параметры которых могут изменяться во времени.

Например, погодные параметры являются *динамическими*. Они зависят от многих факторов, которые изменяются во времени (в частности, тех, которые носят во многом случайный характер и зависят от сезонности, направления ветра, атмосферного давления, облачности, влажности и т.п.).

*Статической системой* соответственно можно считать систему, состояние которой зависит от статических факторов, т.е. тех, параметры которых не изменяются во времени.

В частности, соотношение продолжительности дня и ночи постоянно изменяется на протяжении года. Но эту величину нельзя назвать динамической системой. Она зависит от фактора, который не изменяется из года в год и является постоянной величиной. Так, продолжительность светового дня в любые сутки любого месяца на много лет вперед можно определить по справочнику с абсолютной точностью.

Итак, как мы убедились, понятие «*статическая система*» не тождественно понятию «*система, которая не изменяется*».

С другой стороны, понятие «*динамическая система*» не тождественно понятию «*система, которая изменяется*».

*Статическая система* может изменяться, но изменения имеют постоянный, строго фиксированный характер. Да, продолжительности дня и ночи ежедневно изменяются, но в любой из дней года они имеют строго фиксированные, заранее известные значения. Следовательно, система изменчивости продолжительности светового дня является условно статической.

*Стабильность* (т.е. неизменяемость) *динамической* системы наблюдается тогда, когда действия разнонаправленных факторов, от которых зависит состояние системы, оказываются уравновешены между собой. Например, на протяжении нескольких дней погодные параметры (температура, влажность, скорость ветра) могут оставаться неизменными.

*Изменения* динамической системы свидетельствуют о том, что в системе существует неуравновешенность (в частности, несимметричность) действия факторов, от которых зависит состояние системы.

Динамика системы играет очень существенную роль в изменчивости ее состояния. Степень изменений состояния динамической системы зависит от *воздействующего импульса*.

*Воздействующим импульсом* (от лат. *impulsus* – толчок, побуждение) можно считать побудительную *причину*, вызывающую изменение системы.

Значение воздействующего импульса зависит от двух характеристик:

- *величины фактора*, вызывающего изменение в системе;
- *продолжительности времени* действия данного фактора.

Нечто подобное происходит и в случае притока в систему упорядоченности (оттока энтропии, то есть неупорядоченности). Попробуем объяснить это на условном примере повышения уровня владения иностранным языком.

Рассмотрим вопрос, что лучше: учить иностранные слова порциями по 10 слов с перерывами в 10 дней или ежедневно по одному слову с повторением ранее выученных слов? В этом случае через 10 дней формально мы получим одинаковый результат: 10 и 10. Но следует учитывать и проблему качества усвоения. В первом случае это будет одноразовая акция, которая, скорее всего, будет не совсем гармонировать с остальным кругом информационной деятельности человека. Это обычно сопровождается быстрым забыванием ранее выученных слов. Во втором случае процесс воспроизводства знаний становится системным актом, который начинает противодействовать влиянию энтропии (процессу забывания изученных слов) и создает условия для формирования навыков владения иностранным языком. Именно такой системный приток в систему упорядоченности и можно считать своеобразной моделью обеспечения устойчивого развития. Ведь устойчивый приток упорядочения начинает противодействовать такому же устойчивому его антиподу и создает условия для регулярного оттока энтропии из системы.

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.

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.

Импульс силы – векторная величина  $I$ , характеризующая действие, оказываемое на тело силой  $F$  за некоторый промежуток времени от  $t$  до  $t + \Delta t$ , определяется формулой:

$$I = \int_t^{t+\Delta t} F dt, \quad (11.22)$$

где  $Fdt$  – элементарный импульс силы за малый промежуток времени  $dt$  (Политехнический, 1998).

**Динамика экономической системы.** Для *экономических систем* роль импульса силы может выполнять прибыль, получаемая в единицу времени (час, день, месяц) от реализации продукции.

Приведенную выше формулу можно трактовать и несколько иначе. В качестве фактора времени можно рассматривать *объем реализуемой продукции*, а в качестве импульса силы – *прибыль*, получаемую от реализации каждой единицы продукции.

При этом задача усложняется (и приближается к реальным условиям), если в расчете использовать величину не средней, а маржинальной (граничной) удельной прибыли. Последняя определяется разностью маржинальных удельных величин дохода (от реализации единицы продукции) и издержек (на ее производство и реализацию). В обоих упомянутых вариантах расчета роль итогового количества «движения» для экономической системы (т.е. ее развития) можно считать *прибыль*, полученную за определенный период времени (от реализации определенного объема продукции).

На уровне системы в целом результирующим фактором, вызывающим изменения в системе, можно считать разницу между притоком и оттоком *негэнтропии* (отрицательной энтропии) системы (или, что то же самое: оттоком и притоком энтропии системы). Это и есть прирост негэнтропии (упорядоченности), которой в данный момент времени обладает система (содержание исходных компонентов представлены в формуле 11.18), а именно:

$$\xi = \frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV \quad (11.23)$$

Отнесенная к единице времени представленная в формуле 11.23 величина характеризует *темпы прироста негэнтропии (упорядоченности)* в системе.

## 11.5. Энергия, энтропия, упорядоченность

Содержание вышеприведенной формулы (11.23) может иметь как энергетический, так и энергоэнтропийный характер. В первом случае *негэнтропийная* компонента ( $j_i dX_i$ ) будет характеризовать приток *свободной энергии* в систему, а *энтропийная* ( $\delta dV$ ) – *диссипацию энергии* системой. Во втором случае упомянутые компоненты будут выражать соответ-

ственно приток и отток *отрицательной энтропии*, характеризующей уровень *упорядоченности*.

Сказанное дает повод задуматься над соотношением понятий: *энергия* (квазиэнергия), *энтропия* и *упорядоченность*. В контексте их взаимных связей можно дать им такие характеристики:

- *свободная энергия* (квазиэнергия); создает предпосылки совершения работы по снижению *энтропии* системы;
- *энтропия* (по Больцману и Планку) – мера «царящего в системе беспорядка» (Эбелинт и др., 2001);
- *упорядоченность* – информационная характеристика степени совершенства системы, обуславливающего ее способность самовоспроизводства своих сущностных начал: материальных, информационных, синергетических.

Между указанными понятиями существуют связи, которые имеют характер своеобразных «вероятностных мостов» (рис. 11.4). Представляется целесообразным более подробно остановиться на их содержании.

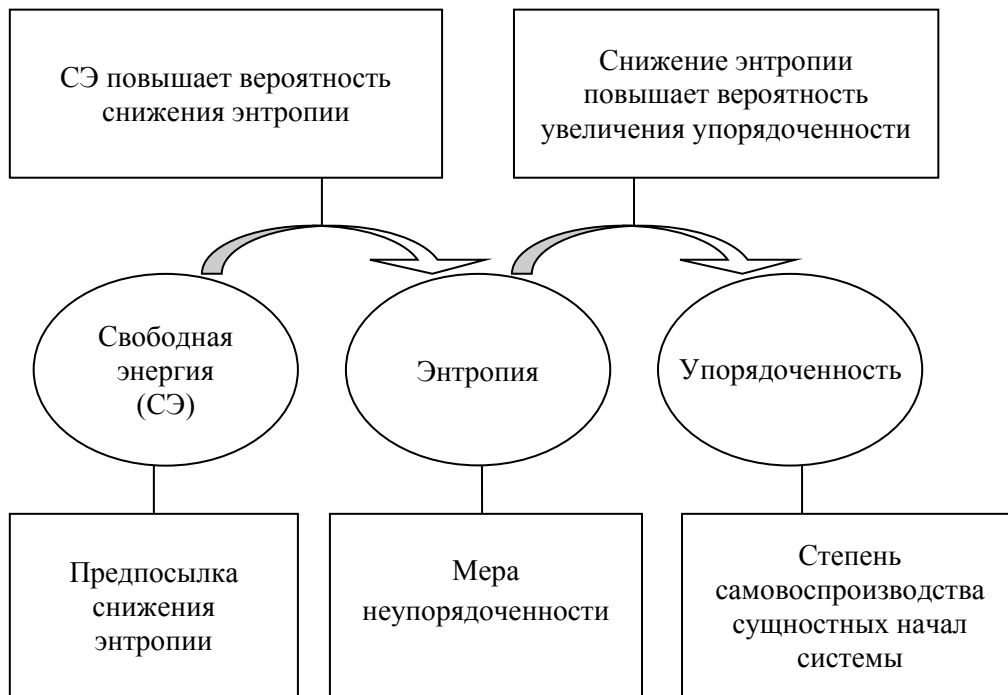


Рис. 11.4. Функциональные связи между тремя понятийными характеристиками системы

**Энергия – энтропия.** Поступление в систему *свободной энергии* повышает *вероятность* снижения ее *энтропии*.

В. Эбелинг, А. Энгель, Р. Файстель: «Экспорт энтропии, превосходящий ее производство, возникает не спонтанно, а требует «энтропийного насоса». Для приведения этого насоса в действие, как и для приведения в действие любой машины, необходима расходуемая свободная энергия, ... которую «насос» может черпать из внешних или внутренних источников... «Энтропийные насосы» встречаются как внутри, так и вне структурообразующей системы. Соответственно, мы различаем активные и пассивные... системы. Пассивные... (ячейки Бенара, электрические цепи, лазеры и т.д.) непременно должны быть связаны с внешней средой. Именно она должна содержать энтропийные насосы, которые накачивают в систему электричество, тепло... или коротковолновое излучение. Активные системы (живые организмы, двигатели Отто и т.д.) содержат энтропийные насосы внутри себя и поэтому должны, как правило, обладать высокой внутренней организацией. Кроме того, они должны получать из внешней среды приток высокоэнергетических сырьевых веществ. Таким образом, «энтропийный насос» уводит как активные, так и пассивные системы в сторону от равновесия» (Эбелинг и др., 2001).

**Снижение энтропии и вероятность упорядоченности.** Снижение энтропии системы увеличивает вероятность повышения уровня упорядоченности системы. Энтропия является мерой неупорядоченности системы. При этом следует учитывать два момента.

Во-первых, сами понятия «неупорядоченность» и «упорядоченность» (антипод первого понятия) – являются абстрактными категориями и характеризуют, соответственно, некий уровень неблагополучия, отклонения от теоретически возможного идеального уровня организации системы или же (для второго понятия) благополучия (приближения к идеальному состоянию).

Во-вторых, энтропия, характеризующая меру неупорядоченности системы, является по своей природе вероятностной величиной – своеобразным аналогом «средней температуры больных по больнице». Не говоря уже о том, что такой условный показатель, как энтропия может иметь разные подходы к своей оценке.

Как уже отмечалось в подразделе 11.3, в литературе выделяют несколько видов энтропии, согласно направлениям, по которым идут процессы ее увеличения и, соответственно, нарушения в системе. В числе основных из них можно выделить:

- **энергетический** – когда система увеличивает долю диссипативной составляющей в своем энергобалансе (при этом возрастают удельные затраты на выполнение единицы работы и падает эффективность функционирования системы), а система сохраняет свою структуру и выполняемые функции;

- *структурный* – когда происходит нарушение структуры; теряются отдельные звенья, а с ними – и часть выполняемых функций;
- *информационный* – когда происходит нарушение информационного алгоритма функционирования системы, в том числе, нарушаются связи между ее звеньями; в результате, снижается эффективность деятельности системы и качество выполняемых ею функций.

Чтобы установить связь между поступлением в систему свободной энергии и уровнем ее возможного упорядочения, нужно, образно говоря, перейти два «вероятностных моста»: первый – между показателями *увеличения свободной энергии* и возможного *снижения энтропии*, а второй – между оценкой предполагаемого *снижения энтропии* и возможного *повышения упорядоченности* системы.

***Свободная энергия – упорядоченность.*** Из того факта, что в систему поступит дополнительное количество *свободной энергии*, не следует однозначно то, что система автоматически повысит уровень своей *упорядоченности*. Ведь она должна суметь конвертировать (т.е. преобразовать) поступившую энергию в повышение уровня своей упорядоченности. А каждая система (как и каждая биологическая особь, предприятие или национальная экономика) делает это исключительно по-своему.

В частности, чтобы реализовать возможности дополнительного притока капитала в систему, предприятие должно принять стратегическое решение о своем развитии (например, выбрать виды производимой продукции, подобрать технологии, набрать и обучить исполнителей, определить схемы логистики, маркетинга и реализации продукции, выбрать оптимальные системы финансовых операций и т.п.) Каждый шаг в этой цепочке событий сопряжен с риском ошибок и неудач. Спектр возможных последствий квазиэнергетического вливания в систему чрезвычайно широк: от ее краха до полного успеха, ведущего к последующему процветанию и развитию.

Так что, даже приток дополнительных средств на предприятии ещё не гарантирует совершенствование его деятельности. Вложение капитала должно быть ещё конвертировано в целый комплекс действий. Риск неудачи возрастает, если планируется модернизация по принципиально новому направлению деятельности с труднопрогнозируемыми последствиями.

Разрушение системы может случиться, если в системе не хватит запаса прочности для трансформации и функционирования в новом усиленном режиме (так в электрической сети могут не выдержать и перегореть провода от увеличения силы тока). В *экономической системе*, как известно, запас прочности определяется способностью персонала и технических систем работать в усиленном режиме.

Успех системы в реализации преимуществ поступления в неё *свободной энергии* зависит от многих факторов. Для экономических систем ведущим является их организованность и мастерство управляющего персонала.

Наряду со сказанным таким же неопровержимым фактом является то, что на уровне больших чисел безотказно «срабатывают» закономерности зависимостей между ростом *свободной энергии* и *уровнем упорядоченности*. В частности, при поступлении в достаточно значительный по количеству массив систем дополнительной *свободной энергии* средний уровень их *упорядоченности* возрастает, а при «откачке» *свободной энергии* – снижается.

Для любого региона можно вывести вполне достоверную зависимость роста числа предприятий малого бизнеса и их качественного развития при снижении налогового пресса. Не менее достоверная зависимость свидетельствует, что при увеличении налогов число предприятий будет снижаться, а качественный уровень выживших – падать.

Сказанное позволяет резюмировать следующее. Неправомерно отождествлять понятия: *приток свободной энергии* и *повышение упорядоченности* (как это иногда делается в научной литературе). Хотя бесспорно, между ними существуют тесные причинно-следственные связи. В частности, *изменение количества свободной энергии*, поступающей в систему, и *изменение уровня ее упорядоченности* связаны друг с другом, как связаны между собой *причина* и *следствие*. При этом существует и еще ряд факторов (причин), способных привести к такому же следствию. Среди них можно назвать: изменение темпов производства энтропии внутри самой системы; изменение эффективности конвертации свободной энергии в повышение упорядоченности системы и др.

Чтобы понять нетождественность указанных величин (прироста упорядоченности и свободной энергии), достаточно привести несколько примеров.

➤ Вряд ли следует ожидать повышения температуры в комнате, если одновременно с началом работы обогревательной системы открыть окна. Увеличение притока тепловой энергии будет нивелироваться повышением уровня ее диссипации (рассеивания во внешнюю среду).

➤ Даже самая здоровая и богатая витаминами пища не будет способствовать повышению здоровья человека, если у него расстроен желудок. Организм оказывается неспособным усваивать полезные ему (в принципе) вещества.

➤ Даже самые высокие доходы предприятия не убергут его от банкротства, если заработанные средства будут вкладываться в убыточные или авантюрно рискованные проекты.



➤ Снижение ресурсоёмкости продукции и повышение эффективности производства часто значительно больше способствуют развитию экономической системы, чем дополнительный приток капиталов.

*Темпы прироста свободной энергии* в системе будут соответствовать *темпам оттока из нее энтропии* только в одном случае – если будут сохраняться неизменными другие факторы, способные повлиять на этот показатель (в частности, эффективность деятельности системы, направления ее метаболизма и т.п.).

**Прирост упорядоченности в экономической системе.** В том случае, если речь идет об экономической системе (например, предприятии), аналогом *свободной энергии* в формуле 11.23 можно считать объем дохода, который получает предприятие за определенный период времени. При этом движущая сила (разность экономических потенциалов –  $dX_i$ ) отражает спрос на  $i$ -й вид товаров, а показатель  $j_i$  – параметры потоков  $i$ -го вида товара – удельный доход, который получает предприятие от реализации единицы товара.

Вторая составляющая формулы 11.23 (т.е.  $\sigma dV$ ) может ассоциироваться с издержками, необходимыми для функционирования системы, в том числе, для производства и реализации данного вида продукции.

Следует еще раз оговориться, что поступление в систему *свободной энергии* является лишь предпосылкой оттока из системы энтропии и ее *упорядочения*. Чрезвычайно важным моментом является то, насколько эффективно система способна распорядиться поступившей свободной энергией для повышения уровня своего *упорядочения*. Последнее означает повышение информационного статуса (т.е. совершенствование, повышение эффективности выполнения ключевых функций) трех видов компонентов системы: *материальных, информационных и синергетических*, а также повышение степени их соответствия друг другу.

Сказанное особенно актуально для *экономических систем*. В них степень перевода *свободной энергии* (свободного капитала) в термины *упорядоченности* системы чрезвычайно зависит от личностных качеств персонала, управляющего этими процессами (его знаний, навыков, желаний, моральных качеств).

Под *повышением уровня упорядоченности* предприятия понимается, в частности, повышение эффективности его работы и уровня выпускаемой продукции, снижение себестоимости ее изготовления, пр.

К сожалению, нередко мы становимся свидетелями, ситуаций, когда поток дохода на предприятие или в страну не только не способствует прогрессивному развитию, но фактически становится причиной, ускоряющей их деградацию и даже банкротство. Достаточно вспомнить судьбу Советского Союза, не сумевшего эффективно распорядиться богатством своих природных ресурсов или печальный результат деятельности в начале

1990-х годов многих предприятий. Они также располагали значительными капиталами, но не сумели конвертировать их в свое развитие.

*Эффективность* деятельности системы можно определить по соотношению притока ( $\xi$ ) и оттока ( $\sigma dV$ ) отрицательной энтропии в систему:

$$N = \frac{\xi}{\int \sigma dV}. \quad (11.24)$$

Эта формула очень хорошо знакома экономистам. Она отражает соотношение результата (дохода) и затрат, которые вызвали его прирост. В данной трактовке формула показывает соотношение притока и оттока свободной энергии в экономическую систему.

### 11.6. Выводы из анализа энергоэнтропийного баланса

Анализ энергоэнтропийного баланса и условий прогрессивных изменений в системе позволяет сформулировать общие закономерности упорядочения системы.

*Темпы увеличения упорядоченности* системы зависят от двух факторов:

- темпов *производства энтропии* внутри системы;
- темпов *отвода энтропии* из системы.

Исходя из этого, условия **прогрессивного развития** могут быть определены следующим образом: *темпы увеличения упорядоченности в системе будут тем выше,*

чем **больше приток неэнтропии извне** (при неизменном уровне производства энтропии внутри системы), или:

чем **меньше производство энтропии внутри системы** (при неизменном притоке неэнтропии в систему).

Анализируя закономерности энергоэнтропийного баланса, можно сделать ряд *выводов*.

**Вывод 1. Возможен одинаковый результат при разных затратах.**

Это объясняется следующим. Итоговый результат – уровень упорядоченности системы – оценивается разностью двух параметров: а) *поступлением* в систему за счет внешнесистемного обмена *отрицательной энтропии* (или, что тоже самое, оттоком энтропии во внешнюю среду); б) *производством энтропии* в самой системе.

Разница между упомянутыми параметрами не изменится, если каждый из них увеличится или уменьшится в определенное число раз или на определенную величину.

Если прирост *неэнтропии* обозначить величиной  $\eta$ , а производство *энтропии* в системе –  $s$ , то можно записать, что:  $k \cdot \eta - k \cdot s = \eta - s$  (где  $k$  – любой произвольный множитель). Или:  $(\eta + \Delta m) - (s + \Delta m) = \eta - s$  (где  $m$  – любое произвольное число).

Рассмотрим лишь один фактор, характеризующий уровень упорядоченности проживания человека в помещении, – температуру воздуха в нем. Комфортная температура здесь в холодные периоды времени обеспечивается системой отопления. Теперь представим, что зимой мы откроем окно и одновременно повысим температуру батарей. Если дополнительного тепла от обогревателя будет поступать столько, сколько будет теряться через открытое окно, то уровень температуры в комнате не изменится.

Постоянная температура в комнате будет наблюдаться и тогда, когда мы станем нагревать и одновременно охлаждать комнату вдвое (или, на 10, 20, 30 ... 100, 200%) интенсивнее.

Между тем, идентичность левой и правой части приведенных равенств справедлива лишь с математической точки зрения, так как обеспечивается одинаковый конечный арифметический результат. В жизни стоящие за этим ситуации значительно различаются своим внутренним содержанием. Левая часть равенств характеризует менее эффективное состояние системы по сравнению с состоянием, изображенным в правой части. Причем, чем больше множитель  $k$  (или слагаемое  $\Delta m$ ), тем больше разница в эффективности состояний системы. Ведь поддержание порядка, эквивалентного состоянию, обозначенному правой частью уравнения, обходится значительно дороже. Так как потери (диссипация) энергии в  $k$  раз (или на  $\Delta m$ ) выше, приходится затрачивать работы в  $k$  раз (или на  $\Delta m$ ) больше.

К подобным выводам позволяет прийти анализ ситуации в уже приведенном примере с отоплением помещения. Хотя за счет интенсификации отопления при открытых окнах можем поддерживать температуру на неизменном уровне, обходиться это будет гораздо дороже. Причем, кроме дополнительных затрат на отопление придется нести дополнительные издержки за счет более быстрого изнашивания отопительной системы, которая должна будет работать в усиленном режиме. Вполне возможно, что могут появиться и другие дополнительные издержки, например, за сверхлимитный расход топлива или электроэнергии.

Мы перечислили только затраты, воспринимаемые с точки зрения экономиста. Но к ним следует добавить издержки экологического характера. Ведь повышенный расход топлива неизбежно сопровождается усилением нагрузки на окружающую среду. Причем, это связано не только с увеличением атмосферных выбросов от сжигания дополнительного количества топлива. Добыча каждой лишней единицы любого ресурса (будь то топливо или металл, идущий на создание оборудования электростанций) сопряжена с экодеструктивной деятельностью (разрушением ландшафта, загрязнением природных компонентов, пр.). Естественно, это

ведет к увеличению экологических последствий, а с ними и к росту экономического ущерба. Следовательно, чем менее эффективно состояние системы, тем большие затраты требуются для поддержания его на определенном уровне.

Сказанное позволяет научно обосновать два следствия, с которыми большинство, по всей вероятности, знакомо, по собственному опыту:

- *поддерживать порядок выгоднее, чем его наводить;*
- *не засорять лучше (эффективнее), чем убирать.*

**Вывод 2. Большой результат можно обеспечить меньшими затратами.**

Логика рассмотренных выше примеров можно продолжить. В двух равенствах приведенного выше примера левая и правая часть равны между собой. Между тем, возможны варианты, когда за счет *снижения энтропийных потерь* можно выиграть намного больше, чем за счет *притока свободной энергии* в систему.

Воспользовавшись условными обозначениями предыдущего примера, можно представить следующую частную ситуацию:  $4\eta - 3s < 3\eta - s$  (где цифровые коэффициенты означают кратность превышения соответствующего параметра над минимально возможным значением производства в системе энтропии  $s$ ). Мы видим, что в правой части выражение притока свободной энергии меньше, чем в левой ( $3\eta$  против  $4\eta$ ), а результат – выше: снижение энтропии составляет: две энтропийных единицы против одной.

*Следствиями сказанного являются:*

- *увеличение притока свободной энергии в систему не гарантирует адекватного роста упорядоченности системы;*

- *часто маленький энергетический импульс может совершить более значительную работу, чем большой, при условии правильной реализации импульса.*

- *комплексное управление процессами упорядочения и разупорядочения (в частности, ее износа, дезорганизации, пр.) или притоком и оттоком свободной энергии обеспечивает более эффективное функционирование системы;* управление каждым из названных факторов автономно (в отрыве друг от друга) не может гарантировать положительного результата.

В частности, какой смысл наращивать потоки свободной энергии в систему, если не решены вопросы внутренней упорядоченности системы (например, существуют «черные дыры» утечки средств из баланса предприятия или страны)? Увеличение поступления *свободной энергии* (квазиэнергии) в систему (как это видно из предыдущего следствия) может даже

активизировать процессы дезорганизации в системе (увеличить *функцию диссипации*). В частности, дополнительный приток свободных средств в экономическую систему (страну или фирму) может спровоцировать процессы разворовывания денег (в частности, «распиливания» бюджета) и связанные с этим явления деградации и разращения социальной среды.

Дополнительный приток свободной энергии в систему может способствовать ее прогрессивному развитию лишь при условии устойчивого (а еще лучше – опережающего) характера воспроизводства упорядоченности системы, а именно, гармонизированного воспроизводства *материальных, информационных и синергетических* компонентов системы.

В частности, если бы Украине, при очевидном дефиците собственных энергоресурсов, удалось каким-нибудь образом организовать бездефицитное снабжение дешевыми энергоносителями (например, за счет добычи собственного сланцевого газа), то без существенной реструктуризации экономики это привело бы к ухудшению экономической ситуации в стране. Все объясняется очень просто. Дополнительные энергоресурсы «узаконили» бы и «законсервировали» тот экономический уклад, который привел к формированию энергозависимой, «утяжеленной» и энергодефицитной экономики.

***Вывод 3. Энергия и информация – условно взаимозамещаемые факторы.***

Ранее мы убедились, что одинакового результата можно добиться, обеспечив *приток* отрицательной энтропии (*негэнтропии*) в систему либо улучшив внутреннюю *упорядоченность* системы. Но первое обычно в большей степени обусловлено *энергетическими (квазиэнергетическими)* факторами, так как требует постоянного притока в систему свободной энергии, а второе – *информационными* факторами, так как требует информационной перестройки системы.

Безусловно, бесперебойное снабжение ресурсами – это ресурсоёмкий путь поддержания упорядоченности в экономической системе (и требует немалых средств). Однако при обострении ситуации (например, при повышении цен на ресурсы или возникновении их дефицита) проблема в значительной степени может быть смягчена или снята вообще за счет более рационального использования ресурсов, т.е. более «умных» (информационноёмких) алгоритмов хозяйствования экономических систем.

*Частные следствия:*

- ***в определенных пределах информацией можно компенсировать недостаток энергии либо вещества;***
- ***информация замещает в метаболизме системы материальные компоненты посредством замены выполняемых системой функций.***

На использовании данного принципа основана известная *солдатская смекалка*. Именно находчивость (а значит, опыт и навыки *нелинейного*

*мышления*) позволяет изобретательным людям компенсировать нехватку определенных вещей или ресурсов имеющимися под рукой подсобными материалами, которые специально не предназначены для данных функций.

В ряде случаев указанный подход позволяет значительно снизить потребность в материальных компонентах системы или вообще обойтись без ряда материалов, изменив выполняемые функции.

***Вывод 4. Все факторы, определяющие состояние системы, взаимосвязаны и взаимообусловлены.***

Взаимосвязь и взаимообусловленность различных параметров и функций системы являются одним из ее фундаментальных свойств. Оно позволяет формировать собственно систему из разрозненных частей и элементов. Именно данное свойство было положено Б. Коммонером в основу одного из его известных экологических законов: «Все связано со всем».

Формально (с физической точки зрения) *движущая сила* (разница потенциалов) является причиной возникновения *потоков*. Зависимость интенсивности потока от движущей силы не вызывает сомнения. Именно разница потенциалов формирует потоки вещества, энергии и информации как в систему, так и из нее. Однако указанная зависимость в действительности носит сложный характер. В ее формировании участвуют также обратные связи. Реальностью является то, что не только движущая сила влияет на количественные параметры потока, но и свойства потоков способны оказывать воздействие на параметры движущей силы. Вспомним, как в гидравлике меняется напор в зависимости от консистентности прокачиваемых жидкостей, а в экономике *спрос зависит от особенностей по-вара*.

***Вывод 5. Возможен альтернативный выбор средств обеспечения притока свободной энергии в систему, эффективность которых существенно различается.***

В данном случае под *средством* притока свободной энергии подразумевается *вид субстанции* (энергии, вещества, информации), при помощи которого система удовлетворяет свою определенную потребность, и/или *путь, посредством которого данная субстанция доставляется в систему или выводится из нее*. Выбор того или иного средства обусловлен уровнем упорядоченности системы.

*Эффективность* средств притока свободной энергии определяется их способностью осуществлять работу по упорядочению системы, а также внутренне обусловленными уровнями отходности данных средств, что определяется их энтропийными свойствами.

В частности, на предприятии характер производимой продукции и используемые технологии обуславливают виды используемых ресурсов и энергии. В свою очередь, особенности используемых материалов и источников энергии влияют на характер производственных процессов. Наукоёмкая, нересурсоёмкая продукция облагораживает производство, создавая предпосылки для дальнейшего повышения информационного уровня производства. И наоборот, материалоемкая и энергоёмкая продукция служит причиной «консервации» устаревших технологий, в том числе, в силу сложности гибкого перевооружения и модернизации «утяжеленных» производственных мощностей.

***Вывод 6. Наиболее эффективным средством притока упорядоченности (отрицательной энтропии) в систему является информация.***

Это объясняется, во-первых, минимальным уровнем диссипативных характеристик, присущих данному виду средств (вызывают минимальный поток материальных ресурсов и возвратных отходов, необходимых для обслуживания информационных потоков); во-вторых, тем, что информация (например, новые знания, опыт, идеи) обладает максимальной способностью повышения уровня *упорядоченности* системы.

Еще ряд выводов обусловлен влиянием фактора времени на характер процессов функционирования и развития систем.

## **11.7. Влияние фактора времени на процессы изменения систем**

Большинство факторов, определяющих характер энтропийного баланса, характеризуется *динамическими* параметрами. Это значит, что их значения могут изменяться с течением времени. Таким образом, *время* является важнейшей характеристикой, определяющей итоговое состояние системы. Сказанное позволяет сделать ещё один важный вывод.

***Вывод 7: Для динамических систем время является системоформирующим фактором.***

Данный вывод позволяет сформулировать несколько частных следствий:

- ***одинаковое состояние системы может быть достигнуто непродолжительным, но сильным по величине энергетическим импульсом, либо малым импульсом, но действующим продолжительный период времени;***
- ***при фиксированной продолжительности действия фактора, вызывающего в системе изменения, их размер будет определяться величиной указанного фактора;***

➤ *при фиксированном значении воздействующего фактора (импульса) результат изменений состояния системы определяется временем действия импульса;*

➤ *при продолжительном периоде существования системы тенденция в изменении ее состояния становится системоформирующим фактором.*

Даже маленький удельный энергетический импульс, помноженный на количество времени его воздействия (количество раз), может произвести колоссальную работу («терпение и труд все перетрут»). И наоборот, бессистемный энергетический импульс большой мощности (постоянно изменяющий направление своего воздействия), как правило, обладает незначительным созидательным потенциалом.

Как здесь ни 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 благоприятного или деструктивного фактора может быть многократно усилено временем («Время лечит раны!», «Вода камень точит!»).

О том, насколько опасными могут быть «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, Сахара и Австралийские пустыни) являются рукотворными. Иными словами, они – результат деятельности человека. В одном случае (пример Сахары) основным экодеструктивным фактором стало скотоводство и земледелие, разрушившие экосистемы региона; 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 эрозия унесли около половины некогда эталонных черноземов.

Как мы уже убедились в предыдущих разделах, *упорядочение* системы непосредственно связано с повышением уровня ее *информативности*, т.е. количества содержащейся в системе информации. Чем выше уровень упорядоченности системы, тем большим количеством информации она обладает (хотя зависимость носит нелинейный характер).

Информация – величина *вероятностная*. Больше информации несет то сообщение, которое менее вероятно. Соответственно, чем менее веро-



ятно 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 *усложняться*, т.е. в ней будет увеличиваться количество элементов и связей между ними;
- во-вторых, если система будет становиться более *динамичной*, т.е. ее состояние будет зависеть от большего числа факторов, изменяющихся неопределенным и случайным образом; при этом важна не только скорость изменения факторов, но и ускорение, с которым происходят процессы.

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 приток информации в систему? От нескольких важнейших факторов. В числе основных:

- *интенсивность* обмена системы с внешней средой;
- *информационная ёмкость* обменных контактов;
- способность системы *трансформировать* материальные субстанции и первичные информационные потоки в усваиваемые системой активы;
- *ёмкость и интенсивность работы памяти* системы, позволяющей системе усваивать (фиксировать, перерабатывать, закреплять и воспроизводить) информацию.

Чтобы стала понятна суть излагаемых теоретических положений, попытаемся проиллюстрировать их на примере деятельности предприятия. Говоря о повышении уровня его упорядоченности, мы, прежде всего, понимаем повышение *информационного статуса* производственного и человеческого капитала предприятия. Это, в свою очередь, означает:

во-первых, увеличение возможности получения *с единицы капитала* (в том числе, с единицы ресурсов, проходящих через предприятие) *большого экономического результата*; это будет возможным, если постоянно будут снижаться удельные производственные расходы, будет повышаться качество продукции и обновляться ее номенклатура;

во-вторых, умение предприятия извлекать из дополнительно получаемых доходов не только количественные (т.е. квазиэнергетические), но и *качественные* (информационные) *выгоды*; это будет происходить, если предприятие сможет использовать дополнительную прибыль не только (а может, и не столько) для наращивания производства, но и для конвертиро-

вания её в технологические преобразования, обновление номенклатуры производства, конкурентные преимущества, повышение квалификации своего персонала;

в-третьих, то, что происходящие позитивные изменения будут закрепляться *памятью* предприятия; это оградит его от «скатывания» в старое, менее эффективное состояние.

На основе сказанного можно сделать такие выводы:

***Вывод 8: Более высокий уровень информационной упорядоченности системы обуславливает повышение ее эффективности и увеличение интенсивности обмена с внешней средой.***

***Вывод 9: Темпы роста упорядоченности системы будут тем выше, чем выше степень динамичности системы.***

***Вывод 10: Темпы динамичности системы будут тем выше, чем большими будут ёмкость и быстрдействие её памяти.***

Выводы 9 и 10 дают основание сформулировать также важное следствие:

➤ ***Инновации являются ключевым средством ускорения темпов роста упорядоченности.***

Исходя из данного следствия, можно сформулировать еще два. Основания для этого заключаются в следующем... *Инновации* самым тесным образом связаны с *износом* системы. Более интенсивный износ системы вынуждает ее заново воспроизводить свои компоненты.

➤ ***Чем более интенсивны темпы износа (выражаясь языком физиков, параметры энтропийной активности), тем более значительные объемы «субстанций» вынуждена вовлекать система в процессы обмена с внешней средой.***

Последние необходимы для удовлетворения потребностей в постоянной реконструкции системы. С учетом накопленного опыта в ход воспроизводства компонентов системы вносятся инновационные изменения, которые играют роль своеобразных «мутаций», призванных совершенствовать деятельность системы.

Как уже было сказано, 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. Следовательно, *физический износ системы формирует предпосылки к более интенсивным процессам ее развития.*

Но обратные связи в системе действуют не только в одном, описанном выше, направлении. Необходимость внесения изменений может наступать и тогда, когда *физический износ* определенных компонентов еще не насту-

пил. Тогда причина и следствие меняются местами: *не износ становится причиной инноваций, а необходимость инноваций обуславливает ускоренные темпы износа компонентов системы*. На этот раз речь идет о *моральном* износе.

Сказанное позволяет сформулировать два следующих следствия:

➤ *Инновации повышают эффективность системы и ускоряют моральный износ ее компонентов.*

➤ *Износ компонентов системы является как следствием, так и средством поддержания высоких темпов ее развития.*

По сравнению с камнями растения обретают значительно большую степень *динамизма*. Вещества, входящие в состав их клеток, обновляются очень быстро. Однако за это растения по сравнению с неживой природой вынуждены были рассчитаться более коротким периодом жизни (от нескольких месяцев до нескольких десятков лет). Правда, некоторым деревьям отпущено значительно больше – период их жизни достигает несколько сотен и даже тысяч лет. По сравнению с такими «старожилами» большинству животных отпущено судьбой намного меньше: лишь у некоторых видов их возраст может достигать сто и более лет. Но зато животные обретают гораздо большую степень свободы целенаправленной динамики движения.

Как тут ни вспомнить афоризм М. Жванецкого: «Мужчины живут на 20% быстрее, чем женщины»! Конечно, это – реакция писателя-философа на известный факт, что продолжительность жизни у мужчин меньше чем у женщин. Но, ускоренный износ организма мужчин объясняется, возможно, как раз тем, что они живут (или вынуждены жить) интенсивней, т.е. являются более динамичными системами.

*Инновации* становятся одним из главных механизмов, при помощи которых природа обеспечивает высокие темпы износа систем и тем самым поддерживает нарастающие темпы эволюции. Действенным инструментарием при этом становятся: увеличение многообразия предметов и явлений природы, активизация бифуркационных механизмов развития, формирование новых форм дифференциации и интеграции природных сущностей.

## ГЛАВА 12. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И КОНВЕРТАЦИЯ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ

### 12.1 Система систем

Любая открытая стационарная система является очень сложным динамичным организмом, состояние которого должно постоянно воспроизводиться в пространстве и времени. В частности, системы как целостные комплексы состоят: во-первых (в пространстве), из материально-информационных элементов; во-вторых (во времени), из процессов воспроизводства системы. Обе сущностные грани системы соответствуют формуле: *целое, большее суммы частей* (в первом случае – *элементов*, во втором – *процессов*).

На самом деле характер формирования системы как целостного явления является ещё более сложным. Триалектическая природа системы обуславливает участие в процессе её формирования целый ряд материально-информационных, информационных и синергетических (коммуникационных) групп факторов (целей и функций, синергетических связей, параметров метаболических потоков и т.п.) Каждая из них по сути тоже является системой, так как к ней может быть применена та же формула: «целое, большее суммы частей». Таким образом, любая система в действительности сама по себе состоит из комплекса. Иными словами, представляет из себя «систему систем». На рис. 12.1 нами представлены лишь двенадцать, на наш взгляд, основных комплексов, формирующих своеобразную *систему систем*. Их содержание может быть охарактеризовано следующим образом:

- система *материально-информационных элементов* (подсистем), образующих пространственное тело системы;
- система *целей и функций*, выполняемых системой и ее отдельными элементами;
- система *протекающих во времени процессов* воспроизводства состояний системы, ее элементов и связей;
- система *эволюции* (предистории) системы, включая историю систем, предшественниц данной системы;
- система *метаболических потоков* и их превращений (конвертаций);
- система *информационных систем*, формирующих отдельные компоненты системы, и их систем памяти (т.е. материально-информационных компонентов, обеспечивающих накопление, закрепление и воспроизводство информации);

- система *внутрисистемных и внесистемных связей*;
- система *ограничений* (пространственных, временных, ресурсных, пр.), в рамках которых должна существовать и развиваться система;



Рис. 12.1. Система системных комплексов («система систем»), реализуемая в рамках любой системы

- система *факторов внешней среды* (природных экосистем, социальных систем, техногенной инфраструктуры, климата, космических факторов, пр.);
- система *движущих сил* (потребностей, противоречий, мотиваций), обеспечивающих стремление системы (и её отдельных элементов) к функционированию и развитию;
- система *механизмов*, обеспечивающих устойчивость состояния системы и ее изменяемость (механизмы обратной связи, механизмы трансформации, эволюционные механизмы);
- система *организационных принципов* функционирования системы и ее самоорганизации.

Перечисленные системные комплексы ещё не исчерпывают всего того многообразия сущностных граней, которые формируют процесс воспроизводства состояния системы. В частности, для социально-экономических систем чрезвычайно важны другие системные комплексы, в рамках которых функционирует система: система *прав и обязанностей*; система *общественных институтов*; система *факторов социальной среды* и др.

В научном мире существует и другое понятие «системы систем» (Перелет, 2012; Held, 2008). Это совокупность отдельных систем, имеющих свои собственные цели и продолжающих функционировать автономно друг от друга; при этом системы начинают координировать свою деятельность и объединять ресурсную базу для достижения совместного синергетического эффекта. Примером является развитие современного глобального социально-экономического сообщества. Автономно развиваются системы: торговли, связи, транспорта, банков, телевидения, Интернета и т.д. – со своими целями и ресурсами. Интеграция их деятельности начинает давать синергетический эффект в форме ускорения социально-экономического развития человечества. Другим примером является функционирование международного «карбонового» рынка (т.е. системы торговли между странами разрешениями на выброс углекислого газа).

Р. Перелет формулирует несколько важных свойств «системы систем» (Перелет, 2012):

- *операционная и управленческая независимость*: системы, из которых состоит «система систем», автономно выполняют собственные функции и независимо друг от друга поддерживают оперативное управление;
- *эволюционность состояния*: «система систем» никогда не представляется окончательно сформированной; её формы эволюционируют вместе с функциями и задачами, которые модернизируются, дополняются и удаляются по мере развития базовых систем;
- *спонтанность поведения*: «система систем» выполняет функции и решает задачи, которые не планируются в рамках базовых систем; они

возникают в значительной степени спонтанно в ходе параллельной деятельности базовых систем и их вынужденного взаимодействия.

Возникновение и развитие «систем систем», трактуемых подобным образом, на наш взгляд, является, как правило, начальным этапом метасистемного перехода и возникновения нового надсистемного уровня.

## 12.2 Время как системообразующий фактор

Любая открытая стационарная система – это не только пространственный *объект* (состоящий из отдельных компонентов), но и непрерывно продолжающийся во времени *процесс* (состоящий из идущих параллельно и последовательно отдельных подпроцессов, т.е. его частных периодов, или фаз). Поэтому определение системы (как целого, большей суммы частей), очевидно, должно в полной мере учитывать не только пространственные, но и *временные* аспекты воспроизводства системы.

Когда говорят о том, что система формируется в ходе взаимодействия различных её элементов (частей), чаще всего предполагается, что эти элементы являются различными частями пространства, которые осуществляют согласованные действия в едином временном континуме. Это означает, что в каждый из моментов времени рассматриваемого периода элементы одновременно осуществляют совместную деятельность (каждый – свою).

Однако, это только часть истины, которая гораздо сложнее и полнее сказанного. Ведь речь может идти о *системе различных состояний* одной и той же системы или её элемента, фиксируемых в различные моменты времени.

Любая технологическая система требует строгого соблюдения в пространстве и времени сочетания различных параметров среды, при которых происходят изменения свойств предмета труда – с точностью до долей секунды, градуса, единиц давления, влажности и т.д. Разве не такими являются процессы термообработки металла, обжига керамики, выдувки стекла и т.п.?

Таким образом, любой *процесс воспроизводства состояния системы* также следует рассматривать как *целое, большее суммы отдельных подпроцессов*, из которых он состоит. Это, в свою очередь, означает что любой из подпроцессов, вырванный из ритма общего процесса воспроизводства системы, полностью или частично теряет свою функциональную направленность, а значит, и смысл своей реализации. То же самое относится и к результатам, полученным в ходе такого подпроцесса.

Цементный раствор для строительных работ имеет строго ограниченный срок своей пригодности. По истечении его, раствор теряет возможность быть использованным по своему прямому назначению. Далее куски засохшего раствора могут быть применены в качестве наполнителя (вместо гравия) при строительстве дорог либо как фрагменты памятника бездумному строительству (или «безголовым» строителям). Соответственно, из общего объёма выполненных работ цикла строительства здания должен быть исключён как несостоявшийся процесс изготовления упомянутого количества раствора. Если по каким-либо причинам потребность в нем не отпала, раствор должен быть изготовлен заново.

Таким образом, вырванный из общего цикла строительных работ процесс изготовления цементного раствора теряет всякий смысл. Он обретает его лишь при двух условиях. Во-первых, если далее за упомянутым процессом будет следовать другой процесс, в котором будут использованы результаты предшествующей ему стадии работ. Во-вторых, если будут строго выдерживаться сроки между окончанием изготовления раствора и завершением использования всего его произведённого объёма. По мере нарушения этих сроков сначала будет происходить ухудшение качественных характеристик раствора, а затем – полная потеря его как связующего материала. Бессмысленно изготавливать раствор ни раньше, ни позже определённого срока, отведённого ему циклом строительных работ. Вне этих сроков он просто не может быть использован по своему прямому назначению.

В приведённом примере основным фактором, ограничивающим период хранения раствора неиспользованным, является сугубо технический параметр, а именно короткий период сохранения его функциональных свойств. Однако в качестве факторов, ограничивающих продолжительность производственных процессов, могут выступать и другие причины экономического, социального или природного характера (например, рост издержек хранения стройматериалов, короткий период повышенного спроса на какие-либо изделия, погодные условия, пр.).

**Параметры времени** – это показатели, которые характеризуют количественные и качественные стороны реализации отдельных процессов (подпроцессов) воспроизводства системы. В числе основных из них можно выделить:

- *последовательность* (порядок чередования подпроцессов смены состояния системы);
- *продолжительность* (период времени от начала до окончания определённого процесса);
- *темп* (степень быстроты изменения состояния системы – время, за которое происходит условная единица изменений состояния системы);



- *скорость* (количество изменений состояния системы в единицу времени);
- *уровень синхронности процессов* (степень одновременности протекания процессов относительно друг друга);
- *время переключения* (период времени, который требуется системе на переход от одного процесса к другому).

Для одних воспроизводственных процессов одинаково существенными являются все перечисленные факторы. Для других – только некоторые.

Кроме указанных показателей может быть предложен ещё один, связывающий параметры времени с результатами изменений состояния системы – «плотность» времени.

**«Плотность» времени** – показатель, характеризующий результат изменения состояния системы за удельный интервал (единицу) общего периода времени, включая как время целенаправленной (продуктивной) деятельности системы, так и время, которое необходимо системе на перерывы в работе, переключения между отдельными операциями, трансформации уровня её гомеостаза.

**Управление параметрами времени в экономике.** При внимательном анализе можно обнаружить, что в экономике существует много показателей, связывающих время с результатами экономической деятельности. Именно они могут быть использованы для того, *чтобы связать время со стоимостными оценками*. Вот основные из этих показателей:

- производительность труда (натуральные или стоимостные показатели в единицу времени);
- норма прибыли (доля капитала в год);
- банковский процент (доля ссудного капитала в год);
- норма амортизации (доля основных фондов, амортизируемых в течение года);
- изменение фондоотдачи (темпы изменения в течение единицы времени);
- рента на используемые природные ресурсы (норма прибыли, получаемая с единицы природного ресурса за год);
- изменение степени использования природного ресурса;
- изменение структуры издержек;
- изменение цен;
- динамика уровня инфляции;
- изменение органического строения капитала;
- темпы научно-технического прогресса.

Все перечисленные показатели являются связующими звеньями между параметрами времени и параметрами состояния экономической системы, так как содержат в себе два вида показателей: стоимостных и единиц времени.

В ходе экономических процессов (т.е. таких, как производство, реализация и потребление продукции, утилизация отходов) постоянно происходит взаимная конвертация *параметров времени* в другие *параметры* состояния экономической системы (в частности, в производительность, качество труда, эффективность функционирования, пр.) и наоборот.

Любые процессы совершенствования и самосовершенствование систем неразрывно связаны с управлением *параметрами времени*. Любое повышение эффективности систем, любая экономия в той или иной мере является причиной или следствием экономии времени.

В то же время управление *факторами времени* является сложнейшим процессом постоянного поиска оптимальных решений, где неприменимы подходы, основанные на принципах линейного мышления: «чем меньше, тем лучше» или «чем больше, тем лучше». Оптимизационный характер управления параметрами времени объективно обусловлен противоречивой природой функционирования системы.

С одной стороны, высокие темпы метаболизма – это инструмент опережения конкурентов в борьбе за источники свободной энергии и средство успешного решения проблемы естественного отбора.

С другой стороны, все значения параметров времени имеют свою энергетическую (квазиэнергетическую) цену. Стационарное состояние, в котором значения параметров системы приближены к уровню её гомеостаза, обеспечивает наиболее эффективное (т.е. с минимальными затратами энергии на единицу выполняемой работы) функционирование системы. Любое отклонение параметров системы от состояния её гомеостаза сопряжено с дополнительными издержками: либо дополнительными затратами на осуществление единицы работы, либо относительными удельными потерями свободной энергии (недополучением дохода, упущенной выгодой) или возможностей системы.

Так, автомобиль, обгоняя на форсированном режиме попутные машины, вынужден увеличивать удельный (на 100 км пути) расход топлива. Выигрывая в скорости (и позиции по отношению к своим потенциальным конкурентам), он проигрывает в затратах, что, возможно, скажется на его дальнейшем передвижении.

Ещё выше энергетические (квазиэнергетические) издержки при бифуркационных трансформациях, когда система, модернизируя свою струк-

туру, переходит к новому уровню гомеостаза. При подобных трансформациях система переживает с физической точки зрения состояние катастрофы: нарушается линейный характер функционирования системы, переставаются ее связи, прекращается продуктивная деятельность по привлечению в систему свободной энергии. В таком состоянии система может расходовать только ранее накопленную энергию, не получая свободной энергии извне.

Однако существуют причины, вынуждающие экономические системы отказываться от комфортного и устойчивого режима *стационарности*. Это физический и моральный износ системы, вследствие чего параметры системы начинают ухудшаться в абсолютном и относительном значениях. В результате физического износа система испытывает ухудшение своих параметров по отношению к её же собственным параметрам в прошлом. Вследствие морального износа параметры системы ухудшаются по отношению к настоящему состоянию, но уже других систем (прежде всего – конкурентов). В обоих случаях результатом является снижение поступления в систему свободной энергии, вплоть до полного его прекращения.

Следовательно, бифуркационные трансформации системы можно считать вынужденной мерой в её стремлении удерживать на достаточном уровне свою *конкурентоспособность*. Однако подобные трансформации могут быть оправданы только в том случае, если деятельность системы после её модернизации сможет за счёт ожидаемого повышения эффективности перекрыть потери, вызванные вынужденным простоем во время перестройки.

*Стратегические* устремления системы к повышению уровня своей эффективности и связанные с этим попытки неуклонной интенсификации параметров времени должны гармонично увязываться с *тактическими* задачами по поддержанию её *стационарного* состояния, которое фактически «кормит» систему, являясь источником поступления в неё *свободной энергии* (квазэнергии). Реальность такова, что постоянно существует необходимость выбора между:

- будущей выгодой и текущими потребностями;
- стратегическими и тактическими целями;
- эффективностью и стабильностью;
- риском и надёжностью;
- «журавлём в небе» и «синицей в руках».

Управление параметрами времени неизбежно сопряжено с поиском компромисса между стратегическими целями и тактическими задачами, попытками найти баланс между двумя группами факторов: «уплотнения» времени и обеспечения стационарности, что схематически показано на

схеме (рис. 12.2). При этом неизбежно должна учитываться третья группа факторов, обуславливающих период и скорость износа отдельных подсистем и системы в целом.

Стрелки возле блоков «Параметры износа» и «Параметры интенсификации» (на рис. 12.2) по направлению к будущему и обратно показывают необходимость использования исследовательского и нормативного видов прогнозирования для обоснования параметров времени. Первый вид прогнозирования отвечает на вопрос: что можно ожидать от будущего? Второй – на вопрос: что нужно предпринимать в настоящем, чтобы достичь в будущем заданных целей.

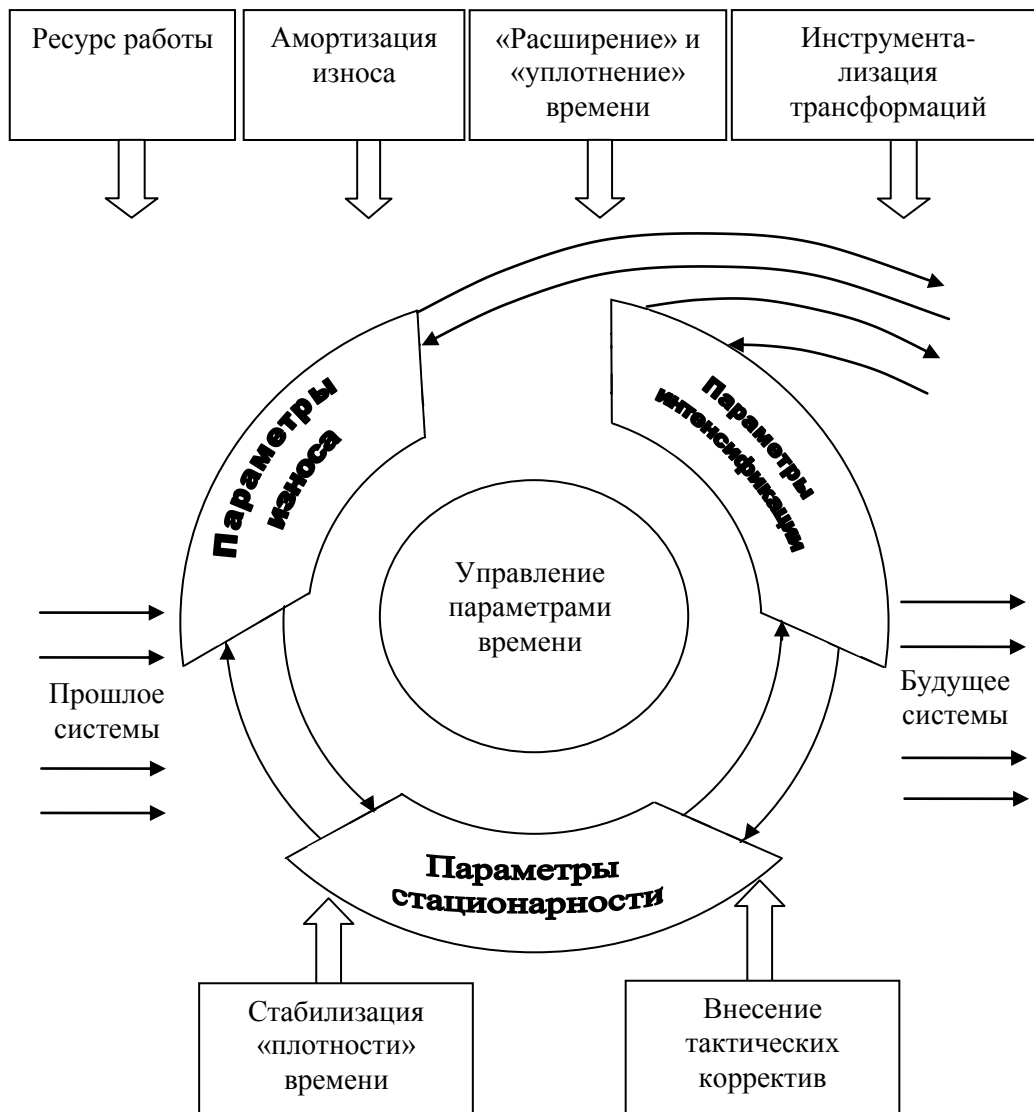


Рис. 12.2. Схема управления параметрами времени в рамках экономической системы

Можно привести целый ряд задач, которые приходится решать при управлении параметрами времени в рамках экономической системы:

- сокращение времени выполнения одной операции;
- сокращение непроизводительного времени (времени простоев, межоперационных перерывов, пр.);
- оптимизация последовательности выполнения различных работ (какая работа за какой должны следовать);
- оптимизация степени параллельности выполнения отдельных операций (сочетание режимов параллельной и последовательной работ);
- формирование наиболее эффективных производственных циклов (оптимизация глубины переработки предметов труда);
- оптимизация продолжительности производственных циклов во времени (т.е. определение наиболее эффективных жизненных циклов производства определённого изделия);
- оптимизация инвестиционных циклов реализации проектов (распределения и концентрации ресурсов по определённым видам работ);
- оптимизация интенсивности использования средств производства во времени (т.е. определение наиболее эффективной – «крейсерской» – скорости работы оборудования);
- оптимизация режима транспортных, складских и торговых операций (например, формирование транспортных партий грузоперевозок, обеспечивающих минимальные издержки);
- оптимизация периода оборачиваемости оборотных средств (а это значит, среднего остатка оборотных средств);
- оптимизация сроков реализации продукции (а это значит, совершенствование ценовой политики, в т.ч. режима диверсификации цен);
- оптимизация срока окупаемости.

Частично проблема интенсификации факторов времени может быть решена на уровне тактических задач, т.е. в рамках операционного функционирования экономических систем. В частности, с целью «уплотнения» времени могут вноситься коррективы в действующие производственные процессы, логистические и сбытовые системы. Существуют также значительные возможности *расширения продуктивных и сокращения непродуктивных* периодов времени. Это отчётливо прослеживается в таком виде деятельности, как транспортные услуги, где существуют возможности значительного увеличения совокупного времени предоставления услуг в «пиковые» периоды (часы, дни, сезоны) за счёт увеличения количества рейсов, маршрутов, единиц транспорта. Подобная мера, впрочем, неизбежно наталкивается на проблему значительного резервирования транспортных

средств, которые не всегда можно переключить на использование по альтернативным направлениям в другие периоды времени, а значит, чревата увеличением непродуктивных периодов простоя техники.

Существуют значительные возможности «уплотнения» времени осуществления модернизационных трансформаций. Здесь наиболее перспективные направления связаны с максимальной *виртуализацией* и *инструментализацией* трансформационных процессов. Первое связано с максимальным перенесением работ, связанных с обоснованием, подготовкой и трансформацией системы, на виртуальный, т.е. компьютерный уровень. Второе направление предполагает максимальную унификацию (по «принципу трансформера») трансформационных технологий.

### 12.3 Конвертация компонентов системы

Выполненный анализ позволяет сделать вывод, что развитие любой социально-экономической системы представляет собой сложный процесс, где постоянно происходит взаимная конвертация различных групп факторов.

В частности, можно привести примеры ключевых конвертаций в экономических системах:

- ✓ *цели* конвертируются в *средства*, а *средства* – в *достижение целей*;
- ✓ *товар* конвертируется в *деньги* (при его реализации);
- ✓ *деньги* – в *товар* (например, при приобретении необходимого сырья);
- ✓ *цена* – в *объем продаж* (чем дешевле цена, тем больший объем товаров удаётся продать);
- ✓ *объем продаж* – в *цену* (увеличение объёма продаж позволяет снизить себестоимость единицы продукции и отпускную цену);
- ✓ *время* – в *цену* (чем продолжительней период реализации услуг, тем дешевле он позволяет реализовывать услугу);
- ✓ *цена* – во *время* (чем дешевле продаётся товар, тем быстрее его можно продать, либо: тем продолжительней можно оставаться на рынке, реализовывая свои изделия и услуги, создавая предпосылки для увеличения объёма продаж);
- ✓ *технология* – в *товар* (чем совершенней технология, тем выше качество товара и/или дешевле себестоимость его единицы);
- ✓ *качество* – в *цену/объем продаж* (чем выше качество товара, тем по более высокой цене и/или большее количество его можно продать);

- ✓ *деньги* – в *информацию* (чем выше затраты на технологию, тем выше шансы на её высокий информационный уровень);
- ✓ *информация* – в *человеческий капитал* (чем качественней и полнее подготовка специалиста, тем выше его профессиональный уровень);
- ✓ *человеческий капитал* – в *информацию* (чем выше квалификация персонала – тем совершеннее технологии, которые он способен создавать и/или обслуживать, а также более качественна продукция, которую он может производить);
- ✓ *информация* – в *связи* (чем совершеннее информационный алгоритм функционирования фирмы, тем полнее и качественней внутривозвратные и внешнехозяйственные связи);
- ✓ *связи* – в *информацию* (чем полнее и качественнее связи, тем более согласованна работа подсистем предприятия, и тем большим объёмом более ценной информации о рынках исходного сырья и сбыта продукции оно располагает);
- ✓ *связи* – во *время* (чем слаженней работа исполнителей, тем меньше теряется времени при изготовлении продукции; чем надёжнее и качественней внешние связи, тем быстрее решаются вопросы снабжения и сбыта продукции);
- ✓ *одни виды капитала* – в *другие* (например, деньги в производственные активы и наоборот).

Приведём несколько конкретных примеров. Вложение денежных средств в *модернизацию технологии* (процессов, материалов, оборудования, инструментов) конвертируется в экономию времени (в частности, сокращаются затраты времени на изготовление единицы продукции), что впоследствии конвертируется в экономию сырья, трудовых факторов и денежных средств (в частности, сокращаются удельные издержки производства и реализации, необходимые объёмы оборотного капитала, пр.).

Инвестиции в *информатизацию производства* (переход на производство наукоёмкой продукции и применение информационно-коммуникационных технологий) конвертируются в снижение затрат материального характера (сырьё, энергия, транспортные и складские расходы), а затем – в экономию денежных средств.

Таким образом, в экономических процессах постоянно происходит взаимная конвертация (преобразование) различных факторов: *денег, материалов, энергии, времени, информации, труда, связей*. Это сложный, многоэтапный процесс, который протекает в пространстве и времени постоянно, пока функционирует экономическая система (Контроллинг, 2013).

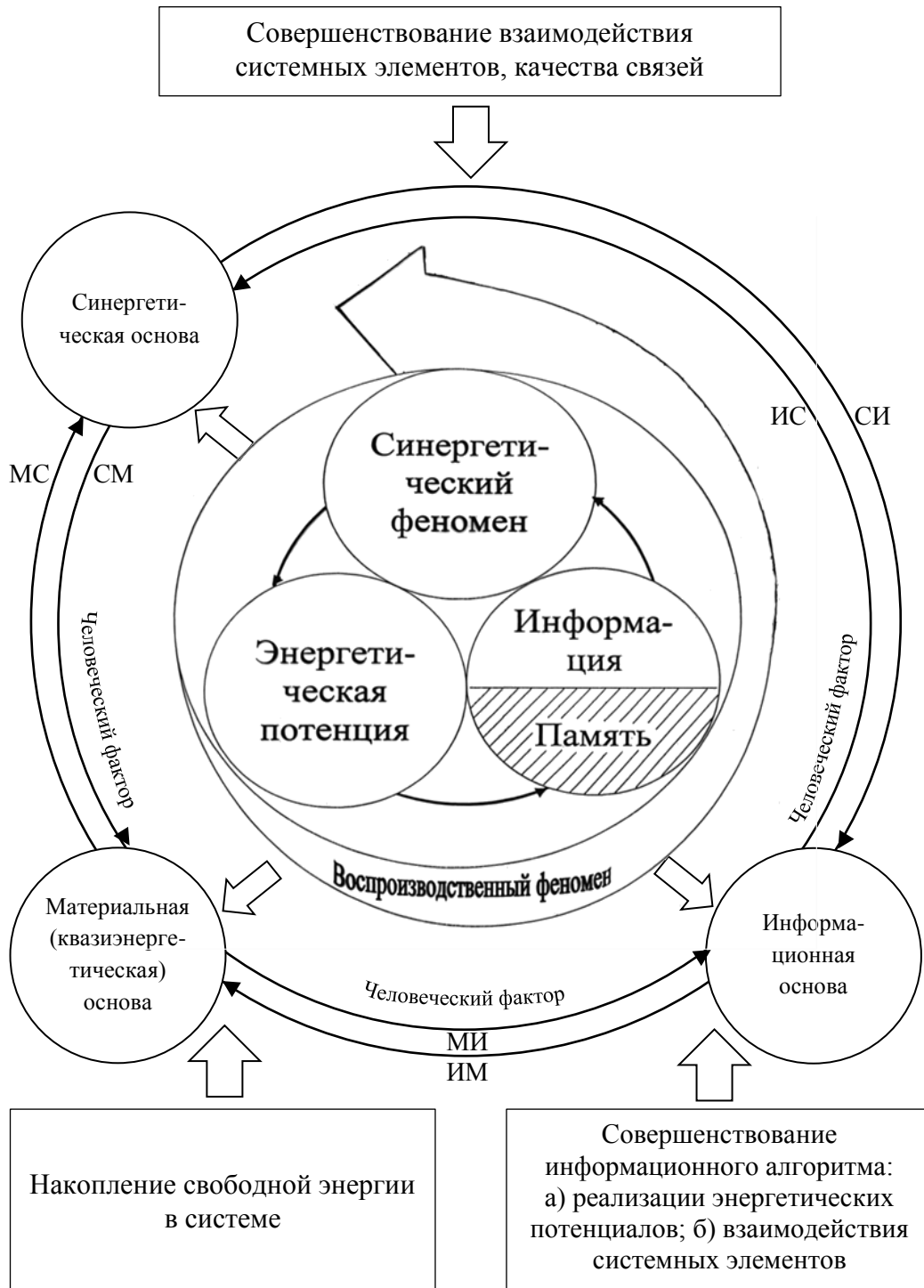


Рис. 12.3. Формирование потенциала прогрессивного развития социально-экономических систем

Охарактеризованные виды конвертаций и взаимообусловленное взаимодействие различных систем факторов могут быть систематизированы в



процессы взаимного влияния трёх базовых групп факторов: *материальных, информационных и синергетических* (см. рис. 12.3). Эти виды взаимодействия на примере прогрессивного развития можно охарактеризовать следующим образом:

МИ – влияние материальных факторов на информационные: улучшение состояния материальной базы предприятия способствует увеличению доходов (повышение свободной энергии в системе) и создаёт предпосылки для повышения информационного уровня (модернизации) материальных активов (повышение показателей эффективности);

ИМ – влияние информационных факторов на материальные: повышение эффективности функционирования материальной основы создаёт предпосылки для увеличения доходов предприятия и даёт возможность дальнейшему наращиванию материальной основы;

ИС – влияние информационных факторов на синергетические: совершенство информационных алгоритмов реализации связей улучшает условия взаимодействия между собой отдельных соисполнителей и подразделений внутри самого предприятия и в его внешней среде;

СИ – влияние синергетических факторов на информационные: согласованность работы отдельных соисполнителей подразделений способствует оптимизации информационных алгоритмов реализации такого взаимодействия;

СМ – влияние синергетических факторов на материальные: повышение качества связей между соисполнителями и подразделениями способствует уменьшению расходов (средств и времени) на реализацию таких взаимодействий (транзакций), что способствует воспроизводству свободной энергии (доходов) в системе;

МС – влияние материальных факторов на синергетические: улучшение материального (финансового) состояния предприятия создаёт предпосылки для улучшения качества связей (взаимодействия) соисполнителей и подразделений, в том числе за счёт их технического обеспечения.

Одним из условий *устойчивого прогрессивного* или *устойчивого не спадающего* развития является не уменьшение во времени эффективности функционирования системы. Рассмотренный выше материал позволяет сформулировать предпосылки, при которых могут быть выдержаны указанные условия. Это может случиться, если будет последовательно происходить взаимообусловленная конвертация различных групп экономических факторов, а именно: повышение свободной энергии в системе будет конвертироваться в совершенствование информационной и синергетической основ, а те, в свою очередь, – в повышение свободной энергии системы.

## 12.4 Повышение эффективности как предпосылка прогрессивного развития системы

Повышение эффективности является магистральным направлением развития системы. Высокая эффективность является залогом успеха системы в естественном отборе, который непрерывно осуществляет Природа. Неэффективная система отбраковывается под воздействием внешних или внутренних факторов (природные условия, конкурентная борьба, собственные способности системы: выносливость, устойчивость, пр.). Системно эти вопросы рассматриваются в книге нобелевского лауреата Мориса Алле (Алле, 1998).

Последовательное повышение эффективности способствует снижению диссипативных (т.е. необратимых) потерь энергии и повышению прироста свободной энергии в систему. Тем самым создаются предпосылки ее развития через информационное совершенствование.

Проиллюстрируем сказанное на примере экономической системы, используя *квазиэнергетический баланс* системы. В условиях деятельности экономической системы (в частности, предприятия) данная формула приобретает вид:

$$D = \Delta K + P + Z_n + Z_k + Z_m \quad (12.1)$$

Расшифровка составляющих данной формулы носит довольно условный характер, так как очень трудно разделить по назначению различные виды деятельности предприятия. Помня об этой условности, значения компонентов можно охарактеризовать следующим образом:

$D$  – доход предприятия от любых видов его деятельности (отражает приток «свободной энергии» в систему);

$\Delta K$  – изменение свободного капитала (аналога «свободной энергии») предприятия, представленного в любых видах активов. Это могут быть средства на счету предприятия: его валютные резервы (в т.ч. в форме наличности); депозитные вклады; акции других предприятий; не предназначенные для основной деятельности материальные активы (недвижимость, оборудование, транспортные средства, запасы материальных ресурсов, пр.), которые в необходимый момент могут быть конвертированы в необходимую форму капитала для развития предприятия и т.п.;

$P$  – любые формы издержек предприятия, которые прямо или косвенно могут считаться его *потерями* и отражают *диссипативную* составляющую квазиэнергетического баланса.

Общим признаком данного вида издержек является то, что они (в отличие от трёх остальных затратных составляющих) не сопровождаются возникновением каких-либо положительных результатов деятельности предприятия и не ведут к привлечению в систему дополнительной «свободной энергии» (дохода). Иными словами, к числу потерь следует отнести те виды выплат (или иных видов расходов) предприятия, при помощи которых нельзя повлиять на параметры экономических процессов с целью увеличения дохода (выручки). Например, подобные издержки не в состоянии поднять объем производимой или реализуемой продукции, цену реализации, снизить уровень производственных затрат и т.д. К категории потерь, в частности, можно отнести различные виды налогов, многие виды платежей и выплат (в том числе, связанные с рэкетом или коррумпированностью чиновников); убытки (в т.ч., связанные с выплатой различного рода неустоек, нереализованной продукцией, неплатежами клиентов); потери из-за брака, отходов, простоев, неправильных действий сотрудников, нерационального использования оборудования и времени, пр.; ущерб (в т.ч., обусловленный чрезвычайными ситуациями, загрязнением среды, форс-мажорными обстоятельствами и пр.).

$Z_n$  – продуктивные затраты, необходимые для *производства и реализации* продукции (расходы на материалы и технологическую энергию, зарплата производственных рабочих, затраты по отгрузке продукции, пр.).

$Z_k$  – компенсационные затраты, основное назначение которых – поддержание определенного уровня *гомеостаза* предприятия; к ним условно можно отнести: затраты по поддержанию рабочего состояния основных фондов (амортизационные отчисления, затраты на ремонт, пр.); зарплата персонала, занимающегося управлением или обслуживанием производства; дополнительные затраты по продвижению продукции на рынок и увеличение спроса, пр.

$Z_m$  – трансформационные издержки, связанные с *изменением гомеостаза* предприятия; предполагают расходы по перевооружению и реконструкции предприятия, совершенствованию выпуска определённого вида продукции, освоению новых видов изделий, пр.

Приведённая формула характеризует лишь общий принцип взаимосвязи между доходной и расходными составляющими баланса. Она не может передать динамики внутреннего содержания составляющих формулы, которые постоянно изменяются в ходе производственной и коммерческой деятельности экономической системы. При этом причина постоянно меняется местами со следствием, что может быть представлено следующей схемой:

$$\begin{aligned} D &\rightarrow \Delta K + \Pi + Z_n + Z_k + Z_t \rightarrow \\ &\rightarrow D' \rightarrow \Delta K' + \Pi' + Z'_n + Z'_k + Z'_t \rightarrow \dots \end{aligned}$$

$$\rightarrow D^i \rightarrow \Delta K^i + \Pi^i + Z_{\Pi}^i + Z_K^i + Z_T^i \rightarrow \dots \quad (12.2)$$

В первом приближении это нужно понимать так: содержание расходных составляющих (в каждом цикле) является следствием доходной составляющей в данном цикле; а содержание доходной составляющей (в каждом из следующих циклов) является следствием (результатом) реализации расходных составляющих (расходования средств) в предыдущем цикле.

Следует учитывать, что представленная схема носит весьма условный характер. В реальных экономических процессах (за редким исключением) фазы различных циклов реализуются параллельно, т.е. накладываются во времени друг на друга. Это значит, что в каждый из моментов времени на предприятии одновременно могут происходить все четыре фазы конвертационного цикла деятельности предприятия: деньги – производственные факторы – производство – товар – деньги. Соответственно, параллельно наблюдаются все виды взаимной конвертации различных форм капитала, в т.ч. перехода доходной части квазиэнергетического баланса в расходные составляющие и расходных – в доходную (Экономика, 2013).

**Эффективность деятельности системы.** В общем виде эффективность деятельности системы (соответствующего расходования средств и взаимной конвертации различных форм капитала) по первому из обозначенных в формуле 12.2 циклов можно выразить следующим образом:

$$e_1 = \frac{D'}{\Delta K + \Pi + Z_{\Pi} + Z_K + Z_T}. \quad (12.3)$$

Эффективность функционирования системы во втором и последующих циклах составит:

$$e_2 = \frac{D''}{\Delta K' + \Pi' + Z_{\Pi}' + Z_K' + Z_T'}, \dots \quad (12.4)$$

$$e_i = \frac{D^{i+1}}{\Delta K^i + \Pi^i + Z_{\Pi}^i + Z_K^i + Z_T^i} \text{ и т.д.} \quad (12.5)$$

Представляется целесообразным подробнее остановиться на доходной части баланса, характеризующей приток «свободной энергии» в систему. Величина получаемого предприятием дохода может быть выражена формулой:

$$D = \sum_{i=1}^n Q_i C_i T_i, \quad (12.6)$$

где  $Q_i$  – объём  $i$ -го вида продукции, реализуемого в единицу времени (сутки, месяц, год), измеряется натуральными единицами (шт., кг, т, м,

условные единицы, пр.);  $C_i$  – цена единицы  $i$ -го вида реализуемой продукции грн (дол, евро, руб)/шт.; дол и т.д./кг; дол и т.д./т и т.д.);  $T_i$  – период времени, в течение которого реализуется  $i$ -й вид продукции (дней, месяцев, лет).

Данная формула является ключом к пониманию механизмов получения предприятием «свободной энергии» из внешней среды. Любые изменения данного показателя могут происходить по следующим направлениям:

- через изменение *объёма* реализуемой продукции в единицу времени (изменение количественных показателей продуктивности);
- через изменение *цены* единицы продукции (изменение качественных характеристик самой продукции либо процессов её реализации);
- через изменение *временного периода* действия экономического процесса (изменение качественных характеристик процессов производства и реализации продукции).

**Динамика эффективности – как критерий развития.** Возвращаясь к формулам оценки эффективности функционирования системы (формулы 12.3–12.5), можно заключить, что прогрессивное развитие системы может происходить лишь при условии постоянного повышения эффективности ее функционирования, т.е. при  $e_2 > e_1$  (или  $e_{i+1} > e_i$ ). Это показано на рис. 12.4. При этом взаимные конвертации происходят как между составляющими, формирующими доходную компоненту (числитель), так и между составляющими, формирующими расходные компоненты (знаменатель).

Например, увеличение периода продуктивной деятельности системы (равно как и ускорение оборачиваемости оборотного капитала или ускорение темпов реализации продукции) может способствовать снижению отпускной цены, что позитивно будет влиять и на объёмы продаж, увеличивая их рост. Действуют и обратные связи (это показано схематическими стрелками в числителе).

В частности, увеличение периода загрузки курортных площадей (например, за счёт проведения на них конференций, семинаров, школ, выставок) позволяет снизить время, в течение которого они будут пустовать, а население курортного региона будет оставаться без заработка. Иными словами, количество дней, которые «кормят» курорт увеличится, что позволит снизить цену реализации одного человеко-дня услуг во время курортного сезона. Снижение цен даст возможность привлечь больше отдыхающих и повысить объём реализуемых услуг. Увеличение получаемого дохода позволит модернизировать курортную инфраструктуру и продлить возможный период, когда могут быть предоставлены *рекреационные услуги*.

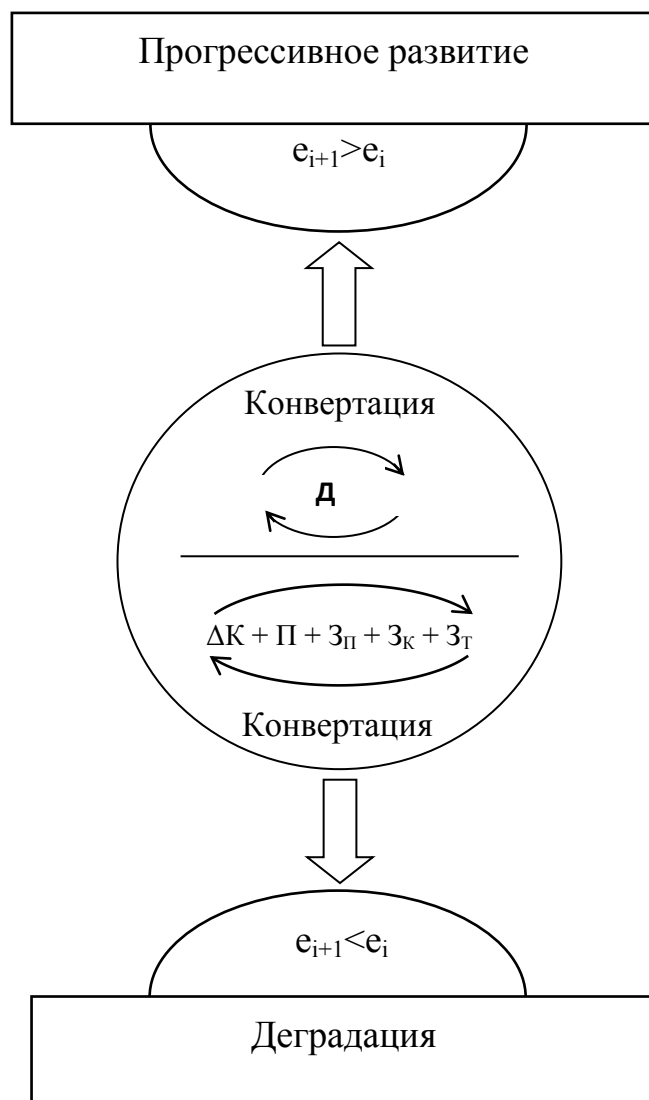


Рис. 12.4. Общая схема формирования направлений развития через изменение эффективности системы

Кроме того, это даст возможность увеличить количество их наименований (например, за счет расширения числа медицинских услуг). Перечисленные меры позволяют диверсифицировать виды предоставляемых услуг и их ценовой спектр. Расширяется диапазон предоставления как более, так и менее дорогих услуг. Подобная политика поэтапного развития курортного хозяйства в итоге может поднять среднюю цену реализации одного человеко-дня услуг при существенном снижении минимальных цен за конкретную услугу и росте количества видов дешевых услуг.

Соответствующие трансформации происходят и с составляющими знаменателя. Улучшение структуры расходных составляющих способ-

ствуует снижению потерь предприятия (уменьшается диссипативная составляющая и увеличивается объем свободного капитала). Действуют и обратные связи (как показано схематическими стрелками в знаменателе).

В частности, если обратиться к вышеприведённому примеру, характеризующему развитие курортного хозяйства, то можно отметить, что происходящие в нем изменения не могут не отразиться на структуре расходов. В ней неизбежно должна увеличиваться доля составляющих, связанная непосредственно с деятельностью системы (продуктивные расходы –  $Z_p$ ) и с ее модернизацией (трансформационные издержки –  $Z_t$ ). При этом уменьшится доля других составляющих, в частности, теряемых издержек (убытки, упущенная выгода, пр. –  $\Pi$ ) и компенсационных затрат (охрана объектов, амортизационные расходы, пр. –  $Z_k$ ).

Если же показатель эффективности деятельности системы будет от цикла к циклу снижаться (т.е.  $e_{i+1} < e_i$ ), систему неизбежно ожидает её деградация.

Сказанное позволяет сформулировать условие *устойчивого* (т.е. продолжающегося достаточный период времени) *прогрессивного* или *не спадающего* развития системы. Такое развитие может поддерживаться (контролироваться) посредством механизмов обратной связи при условии, если эффективность деятельности не будет уменьшаться с течением времени (т.е. при  $e_{i+1} \geq e_i$ ).

## 12.5 Метасистемный переход

Особенностью функционирования и развития открытых стационарных систем является их способность объединяться в системы более высокого иерархического уровня, которые также сохраняют свойства открытости и стационарности. Так, частицы объединяются в атомы, атомы – в молекулы, молекулы – в клетки (одноклеточные организмы), клетки в организмы с более сложной организацией, организмы в сообщества и т.д.

Процесс, когда параллельно функционирующие системы одного иерархического уровня начинают объединяться, формируя надсистемные образования (т.е. систему более высокого иерархического уровня), получил название *метасистемного перехода*.

Процессы метасистемного перехода имеют свои закономерности, которые общие для формирования систем различного иерархического уровня.

Основной особенностью метасистемного перехода является формирование над смежными системами (т.е. системами одного и того же иерархического уровня) –  $A_1, A_2, A_3, \dots A_i, \dots A_n$  некой системы –  $X$  (как бы одной

из них), которая берет на себя функции сначала координирования деятельности упомянутых систем, а затем и управления ими. Природа появления новой структуры ( $X$ ) может быть различной. Системы множества  $A_i$  могут добровольно инициировать этот процесс при насущной необходимости делегировать управляющие функции ими же созданной структуре (так возникали Лига наций, а затем ООН и другие международные организации, так создаются управления различных товариществ: жилищных, садоводческих, спортивных и т.п.). Однако процесс может развиваться и по другому сценарию: инициирование выполнения координационных или управленческих функций может взять на себя (или захватить) одна из упомянутых систем типа  $A_i$ .

В конечном счёте возникает новое сообщество более высокого иерархического уровня, в котором системы уровня  $A_i$  начинают согласовывать свою деятельность посредством некоего нового управляющего («мозгового») центра, т.е. системы  $X$ . Данное новое структурное образование из *простой суммы структур* ( $\Sigma A_i$  и  $X$ ) начинает все больше превращаться в систему, проявляя ее характерные признаки: согласованная постановка для систем  $A_i$  функций-целей; согласованное поведение элементов (систем  $A_i$ ), ставших для новой системы внутренними; более узкая специализация их на выполнении отдельных функций. Целое все более становится *«большие суммы отдельных частей»*, что усиливает действие принципа эмерджентности. Ещё недавно независимые, универсальные и автономные системы постепенно превращаются в подсистемы системного целого – нового *метауровня*, становясь заодно и объектами его отбора.

Одним из первых, кто исследовал закономерности метасистемного перехода был известный учёный В.Ф. Турчин. Ему, кстати, принадлежит и сам термин «метасистемный переход». Глубина сделанных им обобщающих выводов для различных этапов эволюции природы заслуживает того, чтобы изложить их подробней (хотя и в сокращённом виде).

В. Ф. Турчин: «С точки зрения функциональной, метасистемный переход состоит в том, что деятельность, являющаяся управляющей на низшем этапе, становится управляемой на высшем этапе, и появляется качественно новый (высший) вид деятельности, заключающийся в управлении деятельностью. Редупликация и отбор приводят к созданию необходимых структур. Первый метасистемный переход, который мы усматриваем в истории животных, это возникновение движения. Интегрируемыми подсистемами являются части клетки, обеспечивающие обмен веществ и размножение. Положение этих частей в пространстве до поры до времени случайно, неуправляемо. Но вот появляются органы, соединяющие остальные части клетки и приводящие их в движение: клеточная мембрана, рес-



нички, жгутики. Происходит метасистемный переход, который можно определить формулой:

*Управление положением = Движение.*

На этом этапе движение неуправляемо, никак не коррелировано с движением внешней среды. Сделать его управляемым – следующая задача природы. Управлять движением – значит сделать его определённой функцией состояния среды. Так возникает раздражимость – изменение состояния каких-то участков клетки под действием внешних факторов и распространение этого изменения на другие участки, в частности, обеспечивающие движение. Итак, формула метасистемного перехода от второго к третьему этапу такова:

*Управление движением = Раздражимость.*

Интеграция клетки с образованием многоклеточного организма также является переходом от системы к метасистеме... Что может означать управление раздражимостью? Очевидно, создание нервной сети, элементы которой, в частности, эффекторы, возбуждаются не прямо внешней средой, а через посредство сложной управляющей системы... Когда интегрируемые подсистемы объединяются в метасистеме, то вследствие разделения функций между ними происходит их *специализация*, т.е. приспособление к определённой части деятельности и утрата способности к другим видам деятельности... Этот этап эволюции, мы связали с понятием *сложного рефлекса*. Особенно отчётливо виден факт управления раздражимостью на этом этапе в том, что при наличии цели возбуждение эффекторов зависит не только от состояния внешней среды, но и от этой цели, т.е. от состояния каких-то внутренних нейронов сети. Итак, формула этого метасистемного перехода (от третьего к четвёртому этапу):

*Управление раздражимостью = Сложный рефлекс.*

...Управление рефлексами надо понимать как создание под действием индивидуального опыта любых переменных связей между этими объектами. Такие связи называют *ассоциациями представлений* или просто *ассоциациями*. Термин «представление» понимается здесь в широком смысле – как состояние любых подсистем мозга, в частности классификаторов и эффекторов. Образование ассоциаций мы будем называть ассоциированием... Итак, пятый этап эволюции – этап ассоциаций. Формула метасистемного перехода на этом этапе:

*Управление рефлексами = Ассоциирование.*

...Ассоциации образуются между представлениями высшего уровня иерархии. Таким образом, самые общие корреляции во внешней среде, одинаковые для всех времен и всех мест обитания, отражаются в постоянном устройстве нижних уровней классификаторов...

...Появление мыслящих существ, знаменующее начало нового этапа эволюции и даже новой эры – Эры Разума, есть не что иное, как очередной метасистемный переход, происходящий по формуле

*Управление ассоциированием = Мышление.*

...Когда поток впечатлений укладывается в уже существующие модели, наш «внутренний учитель» не видит необходимости менять модель и впечатления проскальзывают без всяких последствий. Это тот случай,

когда мы наперед знаем, что будет дальше. Когда же опыт таков, что мы не знаем, что будет дальше, или тем более, если он противоречит модели, то появляются новые ассоциации – модель усложняется...

Возникновение человеческого общества – крупномасштабный метасистемный переход, при котором интегрируемые подсистемы — это целые организмы. В этом плане его можно сравнить с возникновением многоклеточных организмов из одноклеточных. Однако его значение, его революционность неизмеримо больше. И если с чем-то сравнить его, то только с самым актом возникновения жизни. Ибо появление человека означает появление нового механизма усложнения организации материи, нового механизма эволюции Вселенной. До человека развитие и усовершенствование высшего уровня организации – устройства мозга – происходили лишь в результате борьбы за существование и естественного отбора. Это медленный процесс, требующий смены многих поколений. В человеческом обществе развитие языка и культуры является результатом творческих усилий всех его членов. Отбор вариантов, необходимый для усложнения организации материи по методу проб и ошибок, происходит теперь в голове человека...

...Возникновение и развитие человеческого общества знаменуют начало нового (седьмого по нашему счёту) этапа эволюции жизни. Функциональная формула метасистемного перехода от шестого к седьмому этапу такова:

*Управление мышлением = Культура.*

Язык входит в культуру в качестве важнейшей составной части, выполняющей функции нервной системы» (Турчин, 2000).

К сказанному необходимо добавить, что представленные В. Ф. Турчиным этапы метасистемного перехода в эволюции человеческого общества обобщают, в том числе, процессы формирования социально-экономической системы любого уровня.

**Метасистемный переход в экономических системах.** Признаки указанных этапов метасистемного перехода можно разглядеть в развитии экономических систем различных уровней.

В частности, в ходе акционирования предприятий происходит объединение капиталов отдельных собственников (условно они могут быть названы системами  $A_1, A_2, A_3, \dots A_i \dots A_n$ ). Для управления акционерным обществом (товариществом) избирается его управляющий орган – правление (оно может быть названо системой X). Практическую сторону возникновения и эволюции различных общественных организаций исследовала лауреат Нобелевской премии Е. Остром (Остром, 2012).

В зависимости от задач, решаемых созданным руководящим органом, он может выполнять различные функции по аналогии с теми, которые упоминаются в эволюционном ряду В. Ф. Турчина:

- *раздражимости и сложного рефлекса* (адаптации под текущие условия средств достижения цели без изменения самой цели);
- *ассоциирования* (изменения цели в рамках существующей миссии);
- *мышления* (аналитической деятельности, достаточной для изменения миссии организации).

Эти аналогии можно продолжить и дальше. Ассоциированный уровень экономической системы требует формирования определенной корпоративной культуры, которая обычно присуща крупным экономическим образованиям, где формируется специфический стиль поведения. Здесь существует свой профессиональный язык, свои этические принципы, свой стиль ношения одежды и даже свои особенности проведения досуга. Все вместе формирует то, что называется ёмким термином *корпоративная культура*.

Роль культурной среды в функционировании и развитии экономических систем часто недооценивается. Между тем, она чрезвычайно важна как на микроэкономическом, так и на макроэкономическом уровнях.

Именно культура и язык (понимаемые в самом широком смысле) создают среду, которая является цементирующей, синергетической основой, скрепляющей воедино разрозненные элементы (субъекты) экономической системы.

Общепризнанным фактом является то, что, А. С. Пушкин и Т. Г. Шевченко заложили основу современных языков своих наций. Тем самым было сформировано адекватное средство межсубъектных коммуникаций, способствующее реализации синергетической основы на национальном (т.е. надсистемном) уровне. Это послужило предпосылкой и к развитию экономических отношений.

Понимаемый в широком смысле язык предполагает не только вербальную основу общения, но и его содержание. Иными словами, важно не только *как* говорит народ (т.е. при помощи каких символов), но и *о чём* он говорит (т.е. о чем ему интересно говорить). Общие темы общения сближают людей, позволяя им легче находить «общий язык» (т.е. общие решения) и достигать консенсус (компромисс) в различных сферах деятельности (прежде всего, профессиональных). Если людям «не о чём говорить» на бытовые темы, им сложнее долго поддерживать отношения и в сугубо деловых вопросах даже при идеальном знании с обеих сторон формального языка общения. И наоборот, общность интересов часто позволяет «находить общий язык» даже при изъянах разговорного характера.

Как это ни парадоксально, но те, кого советский режим часто упрекал в антисоветизме и подрыве устоев строя: поэты-барды (и в первую очередь, В. Высоцкий и Б. Акуджава), безымянные создатели и рассказчики анекдотов, писатели-сатирики (и в первую очередь, М. Жванецкий), режиссёры и актёры юмористических фильмов (в большинстве из которых присутствовала значительная доля сатиры) и др. – делали для формирования

на одной шестой суши *единой общности «советского народа»* гораздо больше, чем придумавшие это словосочетание и пытавшиеся бороться с «антисоветскими элементами» партийные идеологи и функционеры. Уже на разделённой границами территории язык продолжал по инерции объединять разрываемое центробежными силами социальное и экономическое пространство посредством каких-то нелепых, непонимаемых остальным населением Земли анекдотов, поговорок, фраз (типа: «...Настоящих буйных мало – вот и нету вожаков...», «...Нормально, Григорий, – отлично, Константин!...», «Жить хорошо! ...А хорошо жить – ещё лучше!...», «Птичку жалко!...» и т.п.). Они продолжали выполнять роль своеобразных паролей, распознавательных кодов-символов («свой – чужой»), зачастую способствуя нахождению общих точек соприкосновения между экономическими партнёрами там и тогда, когда уже переставали работать другие объединительные инструменты.

Культура и язык являются *информационными*, а поэтому наименее энергоёмкими и вместе с тем наиболее эффективными средствами *синергетического объединения* социально-экономических систем. В этом плане они являются значительно менее затратными и более эффективными, чем другие возможные средства, скажем, меры *силового воздействия* (спецслужбы, полицейский контроль, армия). Уже в самом названии последние предполагают не только специфический способ воздействия, но и ресурсоёмкость содержания соответствующего аппарата.

## 12.6 Основы системного анализа и системного мышления

*Системное мышление* – это способ восприятия объектов окружающего мира как *целостных систем* во взаимосвязи и развитии всех их составляющих частей. *Системное мышление* тесным образом связано с *системным анализом*, который является и инструментом, и результатом системного мышления.

*Системный анализ* – совокупность методов и инструментов исследования сложного объекта, в основе которых лежит анализ процесса воспроизводства и развития в пространстве и времени данного объекта как целостной системы и составной части других систем.

Системный анализ строится на ряде основополагающих принципов. Важнейшими из них являются три, которые условно могут быть названы принципами «триады триад». Это значит, что любой исследуемый объект должен рассматриваться в единстве трёх направлений анализа, а именно (рис. 12.5):

- *трёх начал* воспроизводства объекта в пространстве (материальная основа – информация – синергизм);

- *трёх периодов* его эволюции во времени (прошлое – настоящее – будущее);
- *трёх иерархических уровней* структурной принадлежности исследуемой сферы (подсистема – система – надсистема).

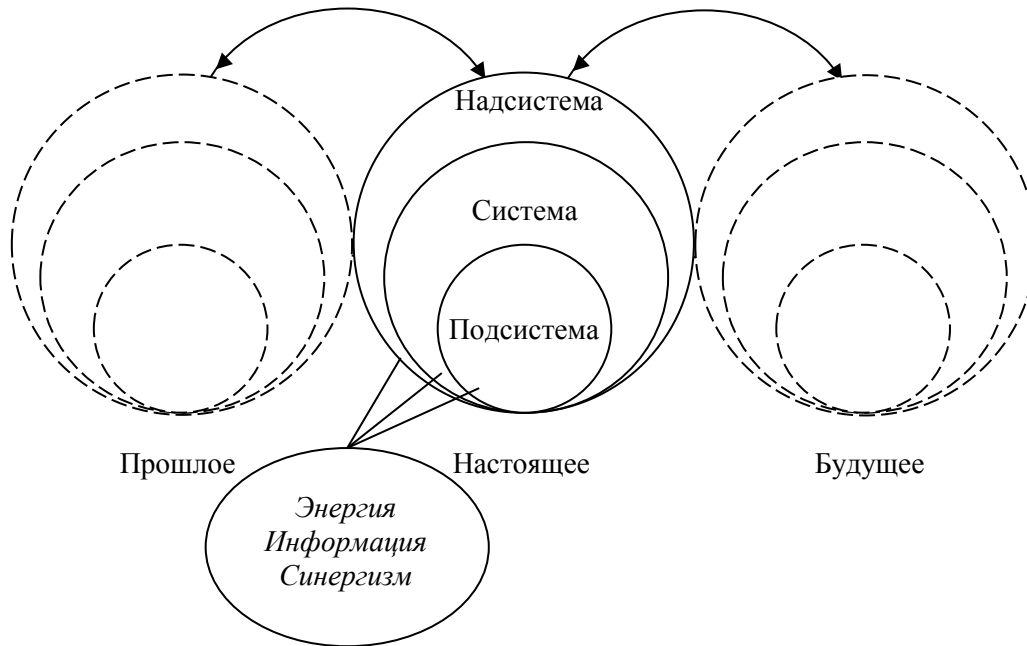


Рис. 12.5. Алгоритм реализации принципов «триады триад» в системном анализе

В научной литературе (Акимова, 2010; Медоуз, 2010; Меерович и др., 2008; Теория, 2012; Хомяков, 2010) рассматриваются и другие принципы системного анализа, которые фактически являются конкретизацией приведённой выше триады ключевых принципов. В числе важнейших частных принципов можно выделить:

- *холистический* (целостный) взгляд на исследуемый предмет во взаимосвязи всех его частей, выполняемых функций, целей функционирования и средств достижения целей;
- учёт *реактивности* системы – обратных связей, посредством которых система реагирует на внешнее воздействие;
- *эволюционный подход* – предполагающий постоянное развитие исследуемого объекта во времени;
- *интерактивный подход* – предполагающий постоянное итерационное моделирование поведения исследуемого объекта в зависимости от динамики происходящих событий;

- учёт процессов *самоорганизации*, происходящих в исследуемом объекте и в его внешней среде.

Системный анализ активно используется в управлении при решении многих сложных проблем, позволяя значительно снизить ресурсоёмкость принимаемых решений. Системный анализ является также основой решения изобретательских задач.

Основоположником теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), использующей в качестве методического инструмента системный анализ, является Г. С. Альтшуллер. Он отмечал, что для реализации алгоритма творческого мышления необходим анализ как минимум девяти возможных состояний систем (он условно называл их «экранами»): *системы*, *подсистемы* (подсистем) и *надсистемы* – в *прошлом*, *настоящем* и *будущем* (Альтшуллер, 1986).

Г. И. Иванов: «Видеть систему в будущем – это значит не делать ошибок в настоящем. Видеть систему в прошлом – это значит не делать ошибок в будущем». Г. И. Иванов приводит пример того, как анализ будущего состояния системы может помочь избежать ошибок в настоящем. Одна из драматичных ошибок Робинзона Крузо была связана, как известно, с попыткой строительства лодки. Свалив огромное дерево, он несколько месяцев долбил из него лодку. Когда лодка была готова, Робинзон понял, что не сможет дотащить её до берега. Так и осталась лодка стоять вдали от берега, застывшим памятником несистемного мышления. «А если бы Робинзон подумал о будущих проблемах, он наверняка... перекатил бы свою заготовку, пока она была ещё круглой, поближе к берегу и там бы начал её обрабатывать» (Иванов, 2012).

Г. С. Альтшуллер в своей книге «Найти идею» приводит ещё один пример системного анализа, позволяющего перебросить мостик между *прошлым* и *будущим* системы.

В республике Бангладеш используется 13 миллионов финиковых пальм, из которых добывается сок для производства пальмового сахара. Но для сбора сока необходимо сделать надрез на стволе высоко под самой кроной, приблизительно на 20-метровой высоте.

Попытки найти техническое решение проблемы безопасного подъёма рабочих на нужную высоту не увенчались успехом. Альпинистский способ подъёма с вырубкой нужных ступенек на стволе приводил к тому, что дерево засыхало. Использование подъёмника с выдвижной лестницей было очень затратным и значительно повышало себестоимость добычи сока. И тут проектировщики узнали, что бангладешские крестьяне обладают секретом, позволяющим подниматься на пальму без всяких машин...

Задача не решается, если рассматривать только один системный уровень (пальму) в одном периоде времени (настоящем). Решение стано-

вится очевидным, если попытаться заглянуть в прошлое системы. На маленькой пальме (когда она ещё не даёт сока) легко сделать зарубку – будущую ступеньку. От одной-двух зарубок дерево не погибнет. На следующий год, когда дерево подрастёт, – ещё несколько зарубок. К тому времени, когда дерево вырастет, на стволе окажется готовая лестница.

Другое решение просматривается, если перейти к анализу *надсистемного* уровня (т.е. не одинокой пальмы, а всей посадки деревьев). Если рядом растёт две пальмы, их стволы – почти готовая лестница. Не хватает только верёвочных перекладин (Альтшуллер, 1986).

Как мы могли убедиться в приведённом примере, анализ состояния системы в *прошлом* позволяет значительно облегчить задачу управления ею в *будущем*.

**Трёхуровневый анализ.** Ещё одним важным принципом системного мышления является – *целостный взгляд на совокупность трёх уровней*, к которым имеет отношение система. Жесткость (зависимость) связей увеличивается в сторону подсистем и ослабевает в сторону надсистем. Это связано в том числе с тем, что *надсистема* имеет большее число компонентов, изменения в которых могут быть использованы для решения задачи.

То, как можно учитывать *надсистемный* уровень в решении задач, демонстрирует следующий пример. В библиотеке – сотни активных читателей, которые ежедневно приходят за новыми книгами. И вот возникла проблема переезда библиотеки в новое здание. Однако библиотека не имеет ни автомобилей для перевозки книг, ни средств, чтобы оплатить работу грузчиков. Как быть?

Решение может прийти только с *надсистемного* уровня. Уровень *системы* под названием «библиотека» представляет собой книжный фонд с обслуживающим персоналом. *Надсистему* (кроме самой библиотеки) составляют сотни читателей, которые могут быть использованы для решения задачи. Всем читателям может быть предложено возвращать взятые книги в новое здание библиотеки. Задача решается с минимумом средств (Иванов, 2012).

Очень часто решение задачи облегчается, если для этого задействуются и *подсистемный* и *надсистемный* уровни.

Стационарная морская буровая установка представляет собой платформу, которая стоит на трёх или четырёх опорах – сваях, закреплённых на дне моря. При работе буровых установок в северных морях зимой возникает серьёзная проблема их обледенения. Значительное возрастание веса платформы усугубляется тем, что под действием приливных сил образовавшийся лёд постоянно «дышит», перемещаясь то вверх, то вниз. Если он захватит опоры платформы, то установка может быть разрушена.

Решение было найдено в том, чтобы бороться не со следствием, а с причиной. А причина кроется во внутренних свойствах воды (т.е. в *подсистеме*), которая замерзает при нуле градусов. Следовательно, необходимо при помощи тепла не допустить замерзания воды. Тепло было найдено в избытке в *надсистеме*. Дизельные двигатели, стоящие на платформе и вращающие буровой инструмент, выбрасывают бесполезно в воздух десятки кубометров раскалённых выхлопных газов. Остаётся только опустить выхлопную трубу в воду рядом с опорой – и проблема решена. Выхлопные газы, поднимаясь вверх, не только обогревают опоры. Их пузырьки, лопааясь на поверхности воды, постоянно перемешивают её, не давая возможности образоваться монолитному льду. Даже если лёд и образуется, он весь пропитается выхлопными газами и будет представлять собой совершенно неопасную рыхлую массу (Иванов, 2012).

Говоря о системном анализе, не следует забывать и ещё об одной детали – о более сложном механизме формирования любой системы, которая на самом деле является «системой систем» (о чём мы подробно говорили в начале главы). Иными словами, в идеале могут учитываться и другие системоформирующие факторы (например, цели-функции, ограничения, движущие силы, особенности памяти и др.).

В частности, Донелла Медоуз выделяла три обязательных составляющих системы: *элементы, взаимосвязи и назначение* (или *цель*) (Медоуз, 2010). Это говорит, в частности, о том, что многие задачи, не решаемые путём воздействия на элементы или взаимосвязи системы, могут быть, например, решены посредством изменения структуры функций-целей, выполняемых (достижимых) отдельными элементами.

В свете рассматриваемого вопроса представляет интерес концептуальная модель анализа и решения экологических проблем, предложенная Европейским экологическим агентством (European Environmental Agenda) (Хенс, 2007). Модель предусматривает анализ пяти групп факторов, представляющих:

- *импульсы деятельности* (driving forces) – социо-экономические и социо-культурные причины, стимулирующие экодеструктивную деятельность или, наоборот, уменьшающие нагрузку на природу (изменение количества и состава населения, освоение новой ресурсной базы, экономический и социальный прогресс, пр.);

- *нагрузку* (pressure) – первичные процессы воздействия человека на природу (производственные процессы, технологии потребления продукции и переработки (утилизации) отходов, пр.), приводящие к выбросам в атмосферу, сбросам в воду, деструкции почв, пр.;

- *состояние* (state) – характеристики компонентов природной среды, воспринимающих последствия экодеструктивной деятельности (количественные и качественные параметры);



- *воздействие* (impact) – экологические последствия экодеструктивной деятельности (загрязнение среды, потеря биоразнообразия, заболеваемость населения, экономический ущерб);
- *ответная реакция* (response) – реализуемые обществом меры по предотвращению экодеструктивного воздействия (внедрение очистного оборудования, смена технологической основы, новые модели потребления, пр.).

Предлагаемая модель позволяет воздействовать на любую из перечисленных групп факторов. При этом максимальной эффективности позволят достичь те меры, которые будут максимально нацелены на причины явлений.

Чрезвычайно важно также учитывать основные принципы воспроизводства и самоорганизации систем, на чём мы остановимся в следующей главе.

**Экономические аспекты системного анализа.** Системное мышление и системный анализ позволяют значительно снизить издержки проектирования, производства и эксплуатации антропогенных и эколого-экономических систем. Это способствует значительному повышению эффективности экономических процессов. Экономические результаты использования системного анализа могут быть столь впечатляющими, что может казаться, что они достигаются вопреки здравой логике. В частности, традиционные постулаты экономической науки говорят о том, что, чем больше удаётся сэкономить ресурсов, тем большую цену нужно за это заплатить. Такая закономерность действительно будет соблюдаться, если пытаться достичь результата по каждому отдельно взятому элементу системы без учёта влияния на этот процесс других элементов. Если же для достижения определённого результата задействовать возможности всей системы, то экономия *большого количества энергии или ресурсов* может стоить меньше, чем *экономия малого количества*.

Именно системное мышление и системный анализ становятся теми средствами, которые позволяют добиваться большего результата не просто с меньшими затратами, но даже при общем снижении издержек производства и/или эксплуатации системы. Этот эффект авторы книги «Естественный капитализм» (Hawken et al, 1999; Хокен и др, 2002) П. Хокен, Э. Ловинс и Х. Ловинс называют «туннелированием через финансовый барьер», подкрепляя свои выводы конкретными примерами.

Системный анализ служит основой для принятия управленческих решений. В процесс подготовки принимаемого решения входит:

- *формулировка проблемы* (целей и возможностей решения);
- *выделение систем* (объектов исследования), к которым относятся данная проблема;

- *выбор и формулировка альтернатив;*
- *формирование моделей* для анализа поведения системы и действия обратных связей;
- *разработка критериальной основы* выбора решений;
- *анализ показателей* исследуемых альтернатив поведения системы;
- *обоснование выводов* по рекомендуемому решению;
- *корректировки* в силу возможных изменений ситуации (новая итерация всего процесса подготовки принятия решения).

Таким образом, системный анализ является частью современной методологии управления. Принимаемые на его основе решения позволяют значительно повысить эффективность функционирования технических и хозяйственных систем.

## ГЛАВА 13. ОСНОВЫ САМООРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ

### 13.1 Понятие о самоорганизации

Слово «*организация*» (которое является базовым при формировании понятия самоорганизации), а также сам термин «*самоорганизация*» имеют как более широкий, так и более узкий содержательный контекст.

В широком смысле под *организацией* понимается совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию *взаимосвязей* между частями целого, обеспечивающих интеграцию их в систему (Социологический, 1998).

С учетом сказанного, понимая самоорганизацию в широком смысле, можем сформулировать следующее определение.

**Самоорганизация** – свойство системы самостоятельно (т.е. без направляющего воздействия извне) реализовывать процессы, обеспечивающие функционирование и развитие системы.

Г. Хакен, основоположник «Синергетики», критерием самоорганизации называет способность действовать *без специфического воздействия извне*, понимая под последним такое воздействие, которое навязывает системе структуру или функции (Хакен, 2005).

В *узком смысле* под *организацией* понимается внутреннее упорядочение, согласование в пространстве и/или во времени отдельных элементов (частей системы) в соответствии со структурой целого (Социологический, 1998). Рассматриваемая в данном смысле организация выступает как частная цель реализации совокупности процессов (действий), упомянутых в предыдущем (более широком по смыслу) определении.

Трактуя явление *самоорганизации* в *узком смысле*, можем дать ей и соответствующее определение по аналогии со значением термина «организация» (в его узком смысле). Однако, чтобы избежать дублирования различных смыслов в одном слове, на этот раз используем термин *самоупорядочение* системы, который, кроме того, больше отражает специфику информационного контекста данного смыслового понятия.

**Самоупорядочение** – свойство системы за счет своих внутренних факторов обеспечивать *упорядоченность* в пространстве и/или во времени отдельных элементов (частей) системы или протекающих в ней процессов.

Как было показано в главе 3, *развитие* систем предполагает увеличение степени именно их *упорядоченности*. В свою очередь, упорядоченность систем формируется по четырем основным направлениям, которые

условно могут быть названы: *материально-энергетическим, информационным, синергетическим* и *интегральным*, что схематически показано на рис. 13.1. Первые три обусловлены воздействием на соответствующую группу факторов формирования системы, а четвертое направление связано с интегральным процессом воспроизводства всех трех групп факторов, т.е. обусловлено воздействием на весь воспроизводственный феномен формирования системы.

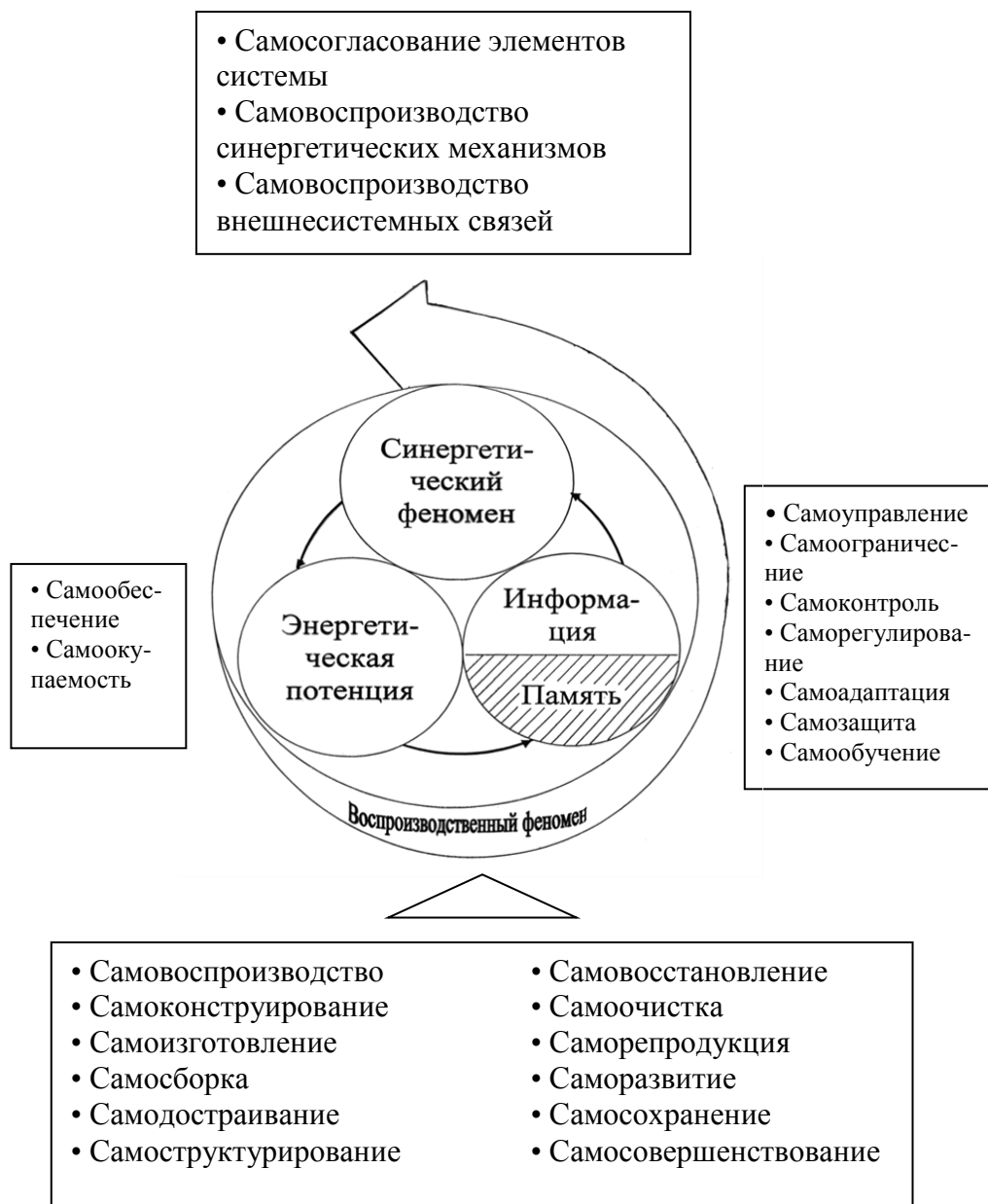


Рис. 13.1. Направления самоорганизации систем

*Воспроизводственный феномен*, который реализует в каждой природной системной сущности (от элементарной частицы до биосферы) свойства воспроизводить триединство указанных природных начал, и есть тем явлением, через которое проявляется способность к их *самоорганизации*.

Возможно, именно таким образом в природных сущностях реализуется действие Божественной Троицы. Здесь уместно провести одну интересную параллель. В традиционной японской религии *синто* – семь миллионов богов: каждое дерево, кустик или животное является божеством, так как способно самостоятельно воспроизводить свою потенцию (а это значит, свою материальную, информационную и синергетическую основы) к самоорганизации.

Содержание основных процессов самоорганизации систем нами систематизировано в табл. 13.1.

Таблица 13.1. Определения основных процессов самоорганизации систем

Название / Определение
<b>Самообеспечение</b> – свойство системы удовлетворять свои потребности в энергии (квазиэнергии) за счет привлекаемых в систему из внешней среды энергопотоков (материалов, трудовых факторов, денежных средств), обусловленных деятельностью самой системы.
<b>Самоокупаемость (самофинансирование)</b> – режим (способ) хозяйствования экономического субъекта, предусматривающий полное покрытие расходов доходами, полученными от результатов хозяйственной деятельности (реализации выпущенной продукции или оказанных услуг).
<b>Самовоспроизводство</b> – свойство системы непрерывно воспроизводить сущностные факторы (материальные, информационные и синергетические), формирующие данную систему, противодействуя процессу ее энтропийного саморазрушения.
<b>Самоконструирование</b> – формирование самой системой пространственно-временной модели своего функционирования
<b>Самоизготовление</b> – продуцирование необходимых компонентов системы за счет ее внутренних ресурсов или привлечения их извне системы.
<b>Самосборка</b> – осуществление самой системой процессов сборки собственной структуры.
<b>Самоограничение</b> – реализация системой ограничений своей деятельности какими-либо пределами, формируемыми самой системой под воздействием складывающихся обстоятельств (внутренних или внешних изменений) или заложенных в нее изначально внешними факторами природного или антропогенного происхождения.
<b>Самовосстановление</b> – возврат системы в исходное состояние после какого-либо его нарушения или возврат в исходное состояние каких-либо нарушенных параметров системы.
<b>Самоочистка</b> – процесс нейтрализации действия загрязнителей (в т.ч. посредством их разложения и поглощения) благодаря деятельности самой системы.
<b>Репродукция (самовоспроизведение)</b> – свойство системы производить другие си-

<p>стемы, воспроизводящие наследственные характерные признаки базовой системы.</p>
<p><b>Самоуправление</b> – свойство систем формировать и реализовать информационную программу своего функционирования и развития.</p>
<p><b>Контроль (самоконтроль)</b> – свойство системы оценивать состояние внешней среды (собственное состояние) и реагировать на это воздействием на метаболические процессы (потoki вещества, энергии, информации).</p>
<p><b>Саморегулирование</b> – свойство системы посредством механизмов обратной связи поддерживать параметры своего состояния в пределах узкого интервала значений, соответствующего гомеостазу системы.</p>
<p><b>Самоадаптация</b> – свойство системы изменять параметры своего состояния или приграничного пространства внешней среды с целью улучшить отношение системы с внешней средой (обычно при изменении состояния последней).</p>
<p><b>Самонастройка</b> – свойство системы изменять параметры своего состояния с целью приближения их к определенному (заданному) значению.</p>
<p><b>Самовоспроизводство внешних системных связей</b> – установление системой связей с объектами (субъектами) во внешней среде, необходимыми для реализации функций существования и развития систем.</p>
<p><b>Самовоспроизводство синергетических механизмов</b> – свойство системы обеспечивать реализацию эффектов синергетизма на внутри- и внешнесистемном уровнях.</p>
<p><b>Самосохранение</b> – свойство системы поддерживать за счет собственной деятельности такие параметры своего состояния и условий внешней среды, которые бы гарантировали сохранение целостности системы, выполнение ею основных функций (включая репродуктивные), а также устойчивое развитие системы в ее последующих поколениях.</p>
<p><b>Самосовершенствование</b> – свойство системы устойчиво повышать эффективность своего функционирования.</p>
<p><b>Саморазвитие</b> – самопроизвольные изменения системы, которые имеют признаки развития (необратимость, направленность, закономерность) и обусловлены внутренними противоречиями системы.</p>

Все перечисленные в таблице 13.1 отдельные процессы в конечном счёте формируют интегральный потенциал того явления, которое называется *самоорганизацией* системы.

## 13.2 Законы самоорганизации систем

Говоря о самоорганизации систем, нельзя обойти вниманием законы, лежащие в основе указанных процессов. В данном случае под **законом** понимается необходимая, существенная, постоянно повторяющаяся взаимосвязь между явлениями функционирования (развития) системы, определяющая специфику и формы происходящих процессов.

Законы носят объективный характер. Это означает, что их действию строго подчинены все процессы и явления. Кажущиеся исключения объяс-

няются лишь неполным учётом факторов, способных влиять на ход происходящих процессов.

В принципе можно говорить, что любая открытая стационарная система подчиняется всем физическим законам, известным и неизвестным человечеству. Вместе с тем, уместно выделить несколько законов, наиболее важных для понимания специфики поведения самоорганизующихся систем.

Авторская трактовка основных законов самоорганизации систем представлена в табл. 13.2. (формулировки законов подробно обосновываются в монографии: «Теория самоорганизации экономических систем», Мельник, 2012, а).

Таблица 13.2. Формулировки основных законов самоорганизации систем

Название	Формулировка
1	2
Закон сохранения энергии	Ни одна материальная система не может развиваться или функционировать, не потребляя энергии; при этом система может расходовать энергии (квазиэнергии) не больше того количества, которое содержится в системе или вовлекается в неё из внешней среды.
Закон баланса притока-оттока энтропии	Изменение уровня упорядоченности системы за определённый период определяется уровнем изменения энтропии в системе за данный период; упорядоченность системы возрастает при уменьшении энтропии в системе и снижается при её росте.
Закон оптимума системообразующих факторов	Для любой открытой стационарной системы существует такой набор и сочетание в пространстве и времени системообразующих факторов (материальных, информационных, синергетических), при котором будет достигаться максимально возможное снижение энтропии в системе; при таком состоянии системы параметры системообразующих факторов максимально соответствуют целям и задачам функционирования системы и наилучшим образом увязываются между собой.
Закон адекватности реакций системы на воздействие внешней среды	В любой из моментов времени существует некий гипотетический адекватный оптимум реакций системы через механизмы обратной связи на изменения внешней среды по качеству (правильности) и своевременности (скорости) реализации указанных механизмов; данный оптимум обеспечивает наиболее эффективный режим функционирования системы; отклонения от него ведут к увеличению производства системой энтропии (снижению её оттока во внешнюю среду).

Продолжение табл. 13.2

1	2
Закон эмерджентности	В функционировании системы всегда существует такой баланс свободы децентрализованного управления деятельностью отдельных подсистем и общесистемного централизованного регулирования, при котором в системе достигается максимальный эмерджентный (синергетический) эффект системы.
Закон соответствия эффективности системы ее информационному уровню	Максимальный предел эффективности функционирования системы соответствует уровню ее информационной сложности: более высокому предельному уровню эффективности соответствует более высокий уровень информационной сложности системы.
Закон достаточной информационной сложности управляющей системы	Сложность (информационное многообразие) управляющей системы должна быть выше сложности управляемой системы.
Закон скорости развития систем	Скорость развития систем определяется тремя группами факторов: а) скоростью реализации эволюционной триады: изменчивость – наследственность – отбор; б) эффективностью работы механизмов трансформации системы (адаптационных и бифуркационных); в) потенциалом памяти системы, обуславливающей темпы накопления, закрепления и воспроизводства энергии и информации.

Рассмотрим подробнее три из упомянутых законов, эффекты реализации которых значительно меньше других освещены в литературе.

**Закон баланса притока-оттока энтропии.** Данный закон логически продолжает и развивает предыдущий. В нем учитывается, во-первых, энтропийный характер различных видов энергии (их энтропийное качество), а во-вторых, фактор времени.

**Закон сохранения энергии** обуславливает предпосылки *необходимости* для упорядочения системы. Фактически он открывает очень простую истину: без *необходимых* средств (денежных, материальных, информационных, трудовых) дом не построишь, дорогу не отремонтируешь и урожай не вырастишь. Однако приток свободной энергии в систему является лишь *необходимым*, а не *достаточным* условием упорядочения системы. В частности, одного лишь наличия перечисленных выше средств – еще не достаточно для реализации задуманного. Иными словами, это не является *гарантией*, что дом будет построен, дорога – отремонтирована, богатый урожай – выращен. Деньги могут быть потрачены не по назначению, материальные ресурсы (например, цемент, асфальт, семенной фонд) могут потерять кондиции из-за неправильного хранения (а то и просто расхищены), информация неверно понята исполнителями, а потенциал



трудовых факторов может быть растерян из-за неправильной организации работы.

Рассматриваемый закон *баланса притока – оттока энтропии* устанавливает соответствие между затратами энергии (квазиэнергии, в частности, средств) и конечным результатом её применения (например, завершением определенного этапа строительных работ, ремонтом участка дороги, выращиванием сельхозпродукции).

Согласно упоминавшемуся уже выражению нобелевского лауреата Э. Шредингера: «живые организмы питаются отрицательной энтропией» (Шредингер, 2009). *Изменение энтропии* и должно рассматриваться в качестве критерия конечного результата работы системы. В свете сказанного может быть сформулирован закон *баланса притока-оттока энтропии*.

*Изменение уровня упорядоченности системы за каждый из периодов ее существования обусловлено уровнем изменения энтропии в системе за данный период; упорядоченность системы возрастает при уменьшении энтропии в системе и снижается при её росте.*

Данный закон может быть формализован в виде формулы:

$$\int_0^T \frac{d(S_{\text{вр}} + S_{\text{вш}})}{dt} = \int_0^T \frac{d\sigma}{dt}, \quad (13.1)$$

где: в левой части – производство системой за рассматриваемый период энтропии ( $S$ ), обусловленное внутренними (вр) и внешними (вш) факторами; в правой части – отток за данный период энтропии из системы ( $\sigma$ ).

Упорядочение системы происходит в рамках баланса *притока-оттока энтропии*:

- *устойчивое состояние* системы обеспечивается, если за данный период времени производство энтропии в системе соответствует оттоку её во внешнюю среду;
- *повышение упорядоченности* системы достигается в том случае, если отток энтропии во внешнюю среду за период превышает её производство системой;
- *снижение упорядоченности* происходит в том случае, если производство энтропии системой за период превышает её отток во внешнюю среду. (Подробно предпосылки, обуславливающие действие рассматриваемого закона, детально проанализировано в главе 11).

**Следствия из закона:**

*Следствие 1: Чем меньше приток энтропии в системе, тем меньше нужно обеспечивать ее отток для упорядочения системы («не сорить*

легче, чем убирать», или «чисто не там, где убирают, а там, где не насыряют», «ленивый два раза делает» и т.п.).

*Следствие 2: Эффекты развития динамических систем прямопропорциональны произведению импульса внутреннего или внешнего воздействия на время, в течение которого он действует.*

Небольшой импульс, воздействующий продолжительное время, может принести больше выгоды или нанести больший ущерб (в зависимости от направления действия), чем большее по величине воздействие краткосрочного характера («вода камень точит», «терпение и труд все перетрут»).

Чрезвычайно важно за конечным итогом, характеризующим суммарные результаты динамики состояния системы за период, видеть качественную сторону происходящих во времени процессов.

В частности, кратковременные, однако значительные по силе воздействия колебания параметров системы могут вести к тяжелым даже необратимым последствиям в будущем. При этом может наблюдаться в целом за период позитивный суммарный баланс негэнтропийной и энтропийной составляющих системы (например, превышение полученного дохода над произведенными расходами предприятия). Иными словами, налицо ситуация, которая образно характеризуется врачами: «можно тяжело болеть и выздороветь, а можно легко болеть и умереть». Причиной фатального исхода и является обычно то самое кратковременное, но критическое отклонение какого-либо из важнейших параметров организма.

Схематично это показано на рис. 13.2, где представлено два сценария изменения во времени свободной энергии в системе ( $E$ , – заштрихованная часть графика) под воздействием показателей скорости прироста свободной энергии ( $\sigma_i$ ) и скорости прироста энтропии ( $S_i$ ) системы.

При этом суммарное алгебраическое значение показателей уменьшения энтропии в системе  $\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n (\sigma_i - s_i)$  за период времени  $T$  в двух сценариях одинаково. Однако даже разовое кратковременное отклонение показателя  $E_i$  в зону отрицательных значений может оказаться критическим для системы – его система может не пережить.

В этой связи следует отметить то значение, которое имеет для устойчивого функционирования системы аккумулированный в ней запас энергии. Он присутствует в энергетическом балансе системы, который мы анализировали в главе 4 (в формуле 4.1 обозначен символом  $U$ ). Его роль не ограничивается функцией законсервированного источника энергии для обеспечения текущей деятельности системы. Часто система вынуждена иметь запас энергии значительно больше того количества, которое ей нужно для упомянутых целей. Еще одно назначение данного запаса –

обеспечить выживаемость в случае краткосрочных экстремальных колебаний параметров внешней среды. Иными словами, данный запас энергии играет роль страхового фонда. Данного запаса (и других ресурсов системы) должно хватить для того, чтобы выживать в экстремальных режимах. Для них и запас должен быть избыточным.

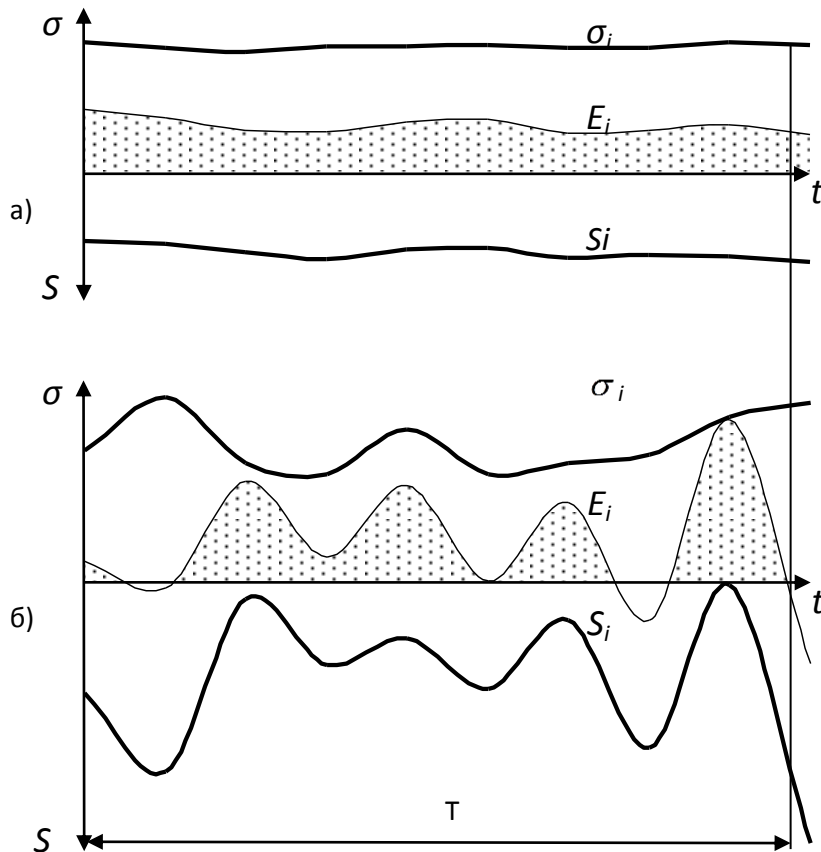


Рис.13.2. Схематическая иллюстрация двух возможных сценариев функционирования условной системы:

- а) с незначительными колебаниями;
- б) со значительными колебаниями параметров системы.

В экономических системах эта, страховая, функция обеспечивается рядом институтов. Один из них – система страхования. Она формирует коллективный общественный фонд страхового запаса аккумулированной квазиэнергии. Еще одним институтом является банковская система. В частности, предприятие может взять кредит для преодоления временных трудностей (например, погашения возможных убытков). И наконец, предприятия располагают еще одним скрытым ресурсом взаимной помощи – поддержкой различного рода экономических субъектов: государства, предприятий-смежников, работающего на предприятии персонала. Эта

помощь может оказываться в форме списания долгов, получения субсидий, отсрочки платежей, задержки выплаты зарплаты, пр.

Если анализировать динамику состояния системы с позиций затрат энергии, можно сделать вывод: чем меньше колебаний (перепадов) параметров системы будет происходить за период, тем лучше. Такая динамика состояния системы позволяет поддерживать её в устойчивом равновесии с минимумом затрат энергии (квазиэнергии). Подобное относительно стабильное состояние системы оказывается выигрышным в *краткосрочном* периоде.

Однако при таком сценарии функционирования снижается потенциал наработки *информационного многообразия*, чрезвычайно необходимого для формирования виртуальных траекторий будущего развития системы. Это может привести систему к застою, т.е. замедлению темпов её развития в отдаленной перспективе. В частности, именно в подобных экстремальных режимах работы экономические субъекты вынуждены генерировать инновации, которые дают толчок для дальнейшего развития системы. Поэтому относительно устойчивый в энергетическом плане режим функционирования системы должен сочетаться с формированием информационного многообразия ее состояний.

**Закон оптимума системообразующих факторов.** Рассмотренный выше закон (баланса притока) обуславливает результирующее состояние функционирования системы в зависимости от её энтропийной деятельности, которая является следствием взаимодействия системообразующих факторов. Закон *оптимума системообразующих факторов* обуславливает непосредственно сам процесс взаимодействия упомянутых факторов (предпосылки его реализации рассматриваются в предшествующих главах). По всей вероятности, указанный закон может быть сформулирован следующим образом.

*Для любой открытой стационарной системы существует такой набор и сочетание в пространстве и времени системообразующих факторов (материальных, информационных, синергетических), при котором будет достигаться максимально возможное снижение энтропии в системе; при таком состоянии системы параметры системообразующих факторов максимально соответствуют целям и задачам функционирования системы и наилучшим образом увязываются между собой.*

Используемый агрохозяйством набор производимых сельхозкультур, их сорта, технологии, материальные средства (техника, удобрения), агротехнические приемы работы должны максимально соответствовать при-

родно-климатическим условиям, параметрам земель, экономической конъюнктуре на рынке сельхозпродукции и другим факторам. А сочетание всего вышеперечисленного – текущим погодным условиям и экономической ситуации в хозяйстве. Таким образом, достигается мобильная динамическая интеграция в едином процессе функционирования и развития агрохозяйства трёх различных групп системообразующих факторов: *материальных* (энергозатраты, труд, технические средства, удобрения), *информационных* (семенной фонд, технологии, принимаемые решения, система организации и управления, пр.) и *синергетических* (сочетание материальных и информационных активов, взаимосвязи исполнителей).

Возможность и необходимость достижения экономической системой состояния оптимума пронизывает всю теорию маржинализма. Рассматриваемый закон непосредственно связан с законами: растущей отдачи, убывающей отдачи, убывающей производительности труда и убывающей производительности капитала. Законы неоднократно интерпретировались и обосновывались известными экономистами (Т. М. Мальтусом, Д. Рикардо, Дж. С. Миллем, И. фон Тюненом, Дж. Б. Кларком, А. Маршаллом, П. Самуэльсоном и др.) (Блауг, 1994; Словарь, 2003; Экономическая, 1999).

**Закон оптимума системообразующих факторов** может быть формализован в виде следующей функции:

$$\varepsilon_i = f(M_i, I_i, S_i, T_i) \rightarrow \max \quad (13.2)$$

где  $i$  – показатель удельного (за единицу времени) *уменьшения энтропии* в оптимальном состоянии системы, наилучшим образом отвечающем целям и задачам системы в сложившихся условиях внешней среды (соответствует  $i$ -му набору и сочетанию системоформирующих факторов);

соответствует значению разности параметров:  $\sigma_i - S_i$  из формулы 13.1, т.е. оттока энтропии из системы ( $\sigma_i$ ) и её притока в систему ( $S_i$ );

$M_i$  – множество материальных факторов, значения которых соответствуют оптимальному –  $i$ -му состоянию системы;

$I_i$  – множество информационных факторов, значения которых соответствуют оптимальному –  $i$ -му состоянию системы;

$S_i$  – множество синергетических факторов, значения которых соответствуют оптимальному –  $i$ -му состоянию системы;

$T_i$  – продолжительность множества циклов деятельности системы, которые соответствуют оптимальному  $i$ -му состоянию системы.

**Закон адекватной реакции системы на воздействие внешней среды.** Данный закон является логическим продолжением двух предыдущих. Посредством его законы «оптимума системоформирующих факторов» и «баланса притока-оттока энтропии» доводятся до каждого эпизода ответных действий системы на изменение условий внешней среды.

*В любой из моментов времени существует некий гипотетический адекватный оптимум реакций системы (через механизм обратной связи) на изменения внешней среды по качеству/правильности и свое-временности/скорости реализации указанных механизмов; данный оптимум обеспечивает наиболее эффективный режим функционирования системы; отклонения от него ведут к увеличению производства системой энтропии (снижению её оттока во внешнюю среду).*

На работу предприятия оказывают влияние многие изменения внешней среды, в том числе, колебания экономической конъюнктуры. Такими изменениями могут быть: снижение спроса на одни группы товаров и увеличение спроса – на другие; рост или снижение цен на различные виды ресурсов и энергоносителей; колебания погодных условий, влияющих на режим работы самого предприятия, предприятий-поставщиков или потребителей продукции, и многое другое.

Упомянутые изменения во внешней среде являются *сигналами (вызовами)* для перестройки работы предприятия. Оно вынуждено принимать решения по изменению режимов своей деятельности. Эти решения могут затрагивать: изменение номенклатуры и ассортимента выпускаемой продукции (отказ от одних изделий и внедрение других), уменьшение или увеличение объема выпуска по различным группам товаров; изменение структуры потребительских материалов и энергоносителей; выход из одних сегментов рынка и экспансию на другие; изменение ценовой политики и т.д.

Насколько правильно предприятие будет реагировать на сигналы внешней среды, настолько успешными будут результаты его работы.

Теоретически можно предполагать, что существует некий *гипотетический оптимум* принимаемых предприятием решений об изменении показателей своей деятельности, например, структуры выпускаемых товаров, объемов производства (по каждой группе товаров), устанавливаемых цен, пр. Этот гипотетический оптимум будет обеспечивать предприятию максимальную эффективность работы (в частности, минимальные производственные издержки, максимальный объем продаж или максимально возможную цену, не уменьшающую объем реализации). Отклонение от данного оптимума в одну или другую сторону неизбежно будет вести к ухудшению упомянутых показателей работы предприятия.

В общем виде данный закон может быть формализован формулой:

$$\varepsilon'_i = f(\Delta M_i; t_{mi}; \Delta I_i; t_{li}; \Delta S_i; t_{si}; \Delta T_i) \rightarrow \max, \quad (13.3)$$

где:  $\varepsilon'_i$  – показатель удельного уменьшения энтропии в системе (за единицу времени) при наиболее адекватной  $i$ -той реакции системы на изменение состояния внешней среды;

$\Delta M_i$  – изменение массива материальных факторов ( $M_i$ ) за момент времени  $t_{mi}$  в ответ на внешний воздействующий импульс;

$\Delta I_i$  – изменение массива информационных факторов ( $I_i$ ) за момент времени  $t_{li}$  в ответ на внешний воздействующий импульс;

$\Delta S_i$  – изменение массива синергетических факторов ( $S_i$ ) за момент времени ( $t_{si}$ ) в ответ на внешний воздействующий импульс;

$\Delta T_i$  – изменение продолжительности отдельных операций и циклов деятельности системы в ответ на внешний воздействующий импульс; скажем, изменившаяся ситуация вынуждает предприятие ускорить процессы изготовления или реализации продукции по сравнению с ранее бытовавшими на нем режимами работы (а главное, показателями деятельности конкурентов), или погодные условия требуют приостановить или замедлить производимые работы.

Следует подчеркнуть чрезвычайно важную роль, которую играет при принятии решений *фактор времени*. Более того, можно утверждать, что без учёта фактора времени какие-либо рассуждения о правильности решений теряют всякий смысл. Ведь *несвоевременность* любых действий является одним из признаков их *неправильности*. То, что уместно и эффективно в данный момент, может оказаться малоэффективным и даже ущербным, если будет предпринято раньше или позже. Эта мысль когда-то выражена В. Маяковским в одном из его произведений: «Сегодня ... – рано, а послезавтра ... – поздно».

Сказанное, отнюдь не противоречит принципу *превентивности* принимаемых мер. Система должна прогнозировать предстоящие события (чем раньше, тем лучше). Реагируя на ожидание событий, система подготавливает себя к наступлению реальных изменений среды. Предпринимаемые действия должны дифференцироваться в зависимости от периода прогнозирования. И, безусловно, действия, предпринимаемые системой до наступления событий, должны существенно отличаться от мер, которые система будет осуществлять в условиях уже наступивших событий. Например, экономическая система в преддверии кризиса должна вывести свои активы из зон высокого риска. С наступлением же кризиса наряду с мерами, направленными на обеспечение максимальной эффективности текущей производственной деятельности, следует готовить «плацдармы» для

коренных трансформационных изменений, возможно, принимая рискованные решения с учетом быстро изменяющейся ситуации.

В чем значение последних двух из рассматриваемых законов («оптимума системобразующих факторов» и «адекватности реакций системы на воздействие внешней среды») для управления социально-экономическими системами?

Прежде всего, они служат основой для формирования *оптимизационного* мышления. Необходимость ориентации на достижения определённого оптимума параметров в режиме функционирования экономических систем (в частности, затрат постоянных и переменных факторов, объема производства, структуры видов выпускаемой продукции, цен на изделия, пр.) органично вытекает из общей теории маржинализма, на ключевых моментах которой в контексте рассматриваемого вопроса мы остановились выше. Однако это, увы, не всегда и не для всех оказывается очевидным в реальных условиях практической деятельности, где часто господствует тенденция линейного мышления: чем больше (например, объем производства), тем лучше, или, чем меньше (удельные затраты), тем лучше. Особенно это характерно для экономик, остающихся под влиянием посткомандных методов управления.

Рассматриваемые законы также могут служить теоретической основой для разработки эконометрических инструментов, диагностирующих *степень отклонения* параметров функционирования систем от оптимальных (наиболее эффективных) значений. Это, в свою очередь, даёт возможность формировать механизмы приближения параметров системы к наиболее эффективному состоянию.

Знание законов самоорганизации систем позволяет значительно повысить эффективность процессов управления развитием экономических систем. Появляется научно обоснованная методическая основа для решения ряда управленческих задач: постановки стратегических и тактических целей развития системы; оптимизации в пространстве и времени системобразующих факторов; выбора наиболее эффективных режимов функционирования системы; максимизации использования естественных эффектов самоорганизации систем; выбора рациональных инструментов реализации механизмов обратной связи; формирования эффективных информационных алгоритмов управления развитием системы.

### 13.3 Анализ цикла самоорганизации систем

Когда говорят о *самоорганизации* систем, то обычно имеют ввиду какие-то частные процессы этого сложного явления: *самоупорядочение*, са-



*мообеспечение (самофинансирование), самоуправление, самовоспроизводство, самовосстановление, самоконтроль* и т.д.

Как правило, каждый в отдельности упомянутый процесс не вызывает проблем с его восприятием у исследователя. Действительно, каждому из нас не раз приходилось быть участником процессов *самоупорядочения* (при уборке в собственной квартире), *самоуправления* (при составлении плана своей работы на неделю или месяц), *самоокупаемости* (при определении направлений заработка и расходования средств) и т.д.

Гораздо сложнее постичь сущность *саморазвития* системы как целостного, разворачивающегося в пространстве и времени явления.

Видимо, многие помнят эпизод из приключений самого «правдивого» в мире рассказчика – барона Мюнхгаузена, когда он вытащил себя из болота, потянув за собственную шевелюру. Таким образом, им было преодолено сопротивление и силы тяжести (собственного веса), и сил засасывания трясины. При всей гротескности представленной картины в ней, тем не менее, охарактеризована универсальная проблема, которую необходимо решать в ходе любых процессов самоорганизации и саморазвития, а именно: *преодоление сопротивления среды*. Другое дело, что упомянутым персонажем выбрана модель решения проблемы, мягко говоря, далёкая от реально работающей. Главной ошибкой является то, что его основные усилия прикладываются к самому себе, а не к объектам внешней среды, сопротивление которой приходится преодолевать. Как это нужно делать – наглядно демонстрируют птицы, создавая за счёт взмахов крыльев подъёмную силу. Преодолевают сопротивление среды и рыбы – помогает располагающийся внутри тел пузырь, который выталкивает их на поверхность. Совсем иную стратегию для преодоления земного притяжения используют растения. Они растут, последовательно приподнимая себя над землёй, словно при помощи домкратов.

Как бы там ни было, все живое на Земле, перемещаясь в пространстве нашей планеты, вынуждено по-своему решать проблему преодоления сопротивления среды.

И все же, наверное, можно сформулировать общие закономерности поведения системы при реализации ею того явления, которое называется *саморазвитием*.

Для наглядности обратимся ещё к одному представителю мира живой природы, проанализировав процесс перемещения в пространстве *гусеницы*. Его можно разделить на несколько основных фаз (рис. 13.3):

1) *Первая: переход из состояния (1) в состояние (2)* – представляет собой конвертацию *свободной энергии*, которую получила на протяжении предыдущего цикла функционирования система, в изменение её информационного статуса. Фиксируя на площади передний край своего тела, гусе-

ница подтягивает вперёд свою заднюю часть и сжимается. При этом изменяется взаимное расположение частей тела так, чтобы между ними создавалась *разница потенциалов*, необходимая для осуществления соответствующей работы.

Если проводить параллель с *экономической системой*, эта фаза сопряжена с трансформацией денежной формы капитала предприятия в конкретную производственную структуру с необходимыми средствами производства. При этом одни формы капитала конвертируются в другие, что может быть выражено условной формулой:

$$Д \rightarrow П(М, I, С, Ч), \quad (13.4)$$

где Д – означает денежную, а П – производственную форму капитала; М, I, С, Ч – соответственно материальный, информационный, синергетический и человеческий факторы (капиталы).

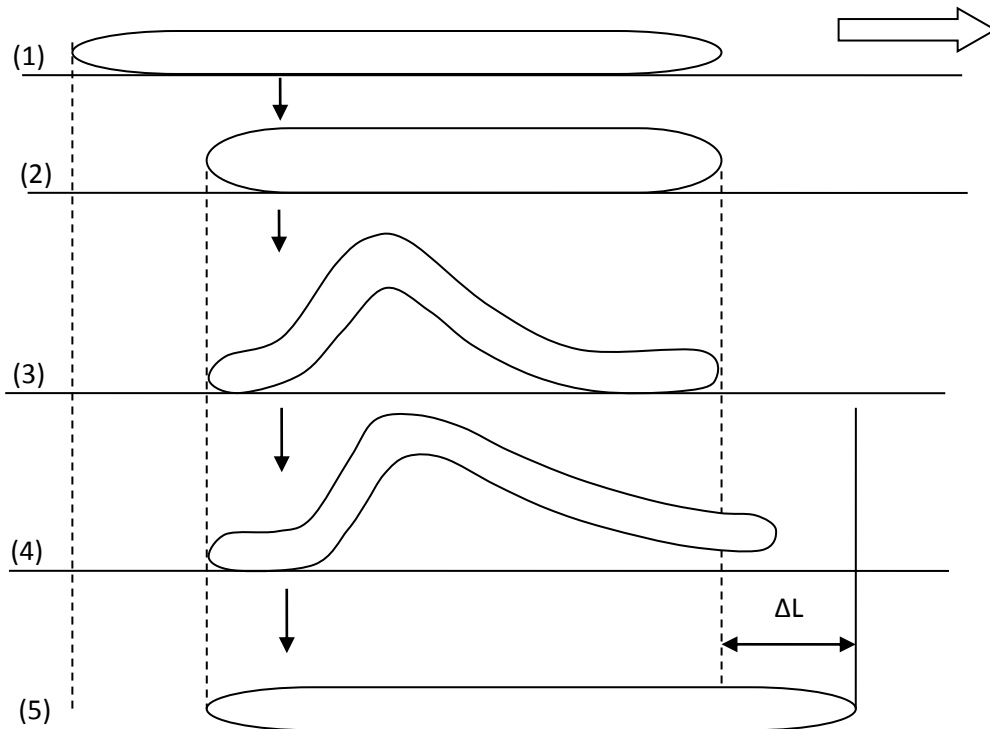


Рис. 13.3. Фазы осуществления гусеницей своего перемещения

2) *Вторая фаза:* (2) → (3) – представляет собой конвертацию накопленного *внутреннего энергетического потенциала* гусеницы в создание разницы потенциалов её тела с внешней средой. Задний край гусеницы приподнимается (как на домкратах), используя в качестве опоры внешнюю среду.

В *экономической системе* это соответствует началу производственной деятельности, когда предприятие начинает выпускать продукцию, на которую существует спрос во внешней среде, т.е. начинает создавать разницу экономических потенциалов между предприятием и средой (на предприятии создаётся избыток товаров, недостаток которых есть на рынке). При определении основных исходных параметров производственной и коммерческой деятельности предприятие отталкивается от анализа характеристик внешней среды (потребительского спроса, поведения конкурентов, пр.). Условная формула конвертационной трансформации имеет вид:

$$П(М, I, С, Ч) \rightarrow Т, \quad (13.5)$$

где Т – товарная форма капитала.

3) *Третья фаза: (3) → (4)* – представляет собой конвертацию созданной разницы потенциалов *между частями тела гусеницы* в разницу потенциалов *между телом гусеницы и средой* для продвижения гусеницы вперёд и фиксации нового состояния её тела в пространстве.

На предприятии данная фаза сопряжена с процессом реализации разницы экономических потенциалов между предприятием и средой, т.е. продажей производственной продукции. Если предварительные расчёты были неточны и значение разницы экономических потенциалов (спроса) определено ошибочно, предприятие недополучит ожидаемый доход (аналог свободной квазиэнергии). Это значит, что не будут достигнуты запланированные объёмы продаж или цена реализации продукции. Условная формула конвертации имеет вид:

$$Т \rightarrow Д. \quad (13.6)$$

4) *Четвертая фаза (4) → (5)* – знаменует завершение очередного цикла развития. Тело гусеницы возвращается в исходное состояние по отношению к поверхности опоры. Результатом цикла является *продвижение* гусеницы вперёд на расстояние  $\Delta L$ .

А предприятие при правильном расчёте и безошибочных действиях должно получить прибыль (при рост свободной энергии).

Если полагать поведение гусеницы рациональным (а в природе обычно её сущности ведут себя рационально, подчиняя свои действия достижению каких-либо целей, связанных, как правило, с получением дополнительной свободной энергии), можно с большой степенью достоверности предположить, что на новое место гусеница перемещается в нужном направлении для пополнения своего энергетического запаса за счёт новых пищевых ресурсов.

На *предприятии* капитал, ранее затраченный в организацию производственной деятельности, возвращается к денежной форме. Оно получает возможность начать воспроизводство нового производственного цикла, что предполагает закупку сырья и материалов, амортизацию производственных активов, пр.

**Воспроизводственный цикл в экономических системах.** Если предприятие действовало достаточно рационально, данный этап означает не просто возврат ранее потраченных средств, но и создание определённого задела (материального, денежного и информационного) для дальнейшего развития системы (продвижения вперёд). Амортизация стоимости основных фондов позволяет приобрести более совершенное оборудование; получение дополнительной прибыли даёт возможность инвестировать средства в модернизацию производства; накопленный в предварительном цикле опыт позволяет совершенствовать приёмы и методы работы.

Следует заметить, что представленные на схеме этапы в условиях предприятия можно выделять лишь условно, так как реализуются они обычно одновременно. Это значит, что в любой из моментов времени на предприятии происходит параллельно и приобретение сырья, и изготовление продукции, и продажа ранее изготовленных образцов.

Приведённый пример может служить в качестве аналога процессов *саморазвития* экономических систем, однако только в первом приближении. Более точно их может отразить модель, в которой показана роль синергетической основы, влияющей на поведение системы. В этом смысле более удачным примером является движение *лодки с командой гребцов*. Наряду с совершенством информационного алгоритма деятельности гребцов тут значительную роль начинает играть их синергетическое взаимодействие, которое обуславливает *согласованность* действий отдельных исполнителей, зависящую, в свою очередь, от знания, умения и желания каждого действовать синхронно, в единой команде.

В упомянутом на рис. 13.3 примере особенностью состояний системы, обозначенных цифрами 1 и 5, является то, что в них система обладает максимальным для определённого цикла запасом свободной энергии. Указанными состояниями система завершает каждый очередной цикл своего функционирования. В них ей приходится собирать своеобразный «урожай» свободной энергии, полученной благодаря приложенным ранее усилиям и затраченной энергии. Но одновременно можно констатировать, что каждое из упомянутых состояний является исходным для нового, очередного цикла функционирования системы. А он обуславливает и новые направления расходования свободной энергии в совершенствование материальной, информационной и синергетической основ системы.

### 13.4 Движущая сила самоорганизации

Можно выделить два основных направления, следуя которым может функционировать и развиваться система в зависимости от условий внешней среды и потенциала собственных адаптационных возможностей: развитие, основанное на *количественных* изменениях, и развитие, основанное на *качественных* изменениях.

**Развитие, основанное на количественных изменениях.** Предполагает функционирование и эволюцию системы без её существенных качественных преобразований. При этом могут быть выделены три различные ситуации: 1) рост системы; 2) её относительная стабильность («нулевой рост»); 3) «сворачивание».

**Развитие, основанное на качественных изменениях.** Предполагает качественное изменение структуры метаболизма системы. Для *экономической системы* это означает существенное изменение технологических процессов (например, при значительном снижении ресурсоёмкости производства начинают использоваться принципиально новые исходные ресурсы и виды энергии) и/или изменяется профиль производимой продукции.

**Стратегии развития.** В зависимости от конкретных условий хозяйствования экономическая система может выбрать ключевые *стратегии*, обеспечивающие три основных типа развития, которые условно могут быть названы.

- *устойчиво прогрессивным*; предполагает *наращивание* объёма метаболизма и соответственно увеличения уровня гомеостаза (*увеличиваются* размер материально-информационных потоков, проходящих через предприятие и объём реализованной продукции);
- *устойчиво не спадающим*; предполагает *стабилизацию* объёма метаболизма и соответственно уровня гомеостаза (*сохраняется устойчивый* объём реализации продукции);
- *устойчиво спадающим*; предполагает (по аналогии с убывающей отдачей) *снижение* объёма метаболизма и уровня гомеостаза (в условиях предприятия – контролируемое *уменьшение* объёма реализации продукции).

Качественные изменения системы не приходят сами собой. Необходим информационный толчок в форме *противоречия* между потребностями и возможностями системы, чтобы заставить её измениться качественно. Только тогда, когда потребности системы начинают превышать её возможности, система начинает переживать *кризис* (поведение системы становится неадекватным) и запускается длинная цепочка механизмов её *самоорганизации*, обеспечивающая качественные изменения.

Причины, вследствие которых могут возникать противоречия, формируются под воздействием двух групп факторов:

во-первых, **воздействующих импульсов**, т.е. внешних и внутренних факторов, способствующих изменению состояния системы;

во-вторых, **ограничений**, т.е. внешних и внутренних факторов, ограничивающих возможность системы произвести адекватную адаптационную стабилизацию своего состояния на основе механизмов обратной связи (рис. 13.4).

Например, прирост населения, проживающего в определённой экосистеме, в качестве *воздействующего импульса* делает необходимым увеличение потребностей данного социума, что обуславливает потребность в увеличении количества вовлекаемых в производство природных ресурсов. Однако реализация этого натывается на естественные пределы: *ограниченное* количество невозобновимых природных ресурсов (территории, полезных ископаемых) либо *ограниченные* темпы воспроизводства возобновимых ресурсов.

**Воздействующий импульс** – это первопричина, вызывающая нарушение динамического равновесия между системой и внешней средой. Он может носить как внутрисистемный, так и внешнесистемный характер.

В качестве примеров воздействующих импульсов *внутрисистемного* характера применительно к экономической системе можно назвать: физический и моральный износ оборудования, различного рода инновации, техногенные (чрезвычайные) ситуации, изменение качества человеческого капитала, изменение структуры и числа работающих, изменение мотивации персонала, социальные конфликты, пр.

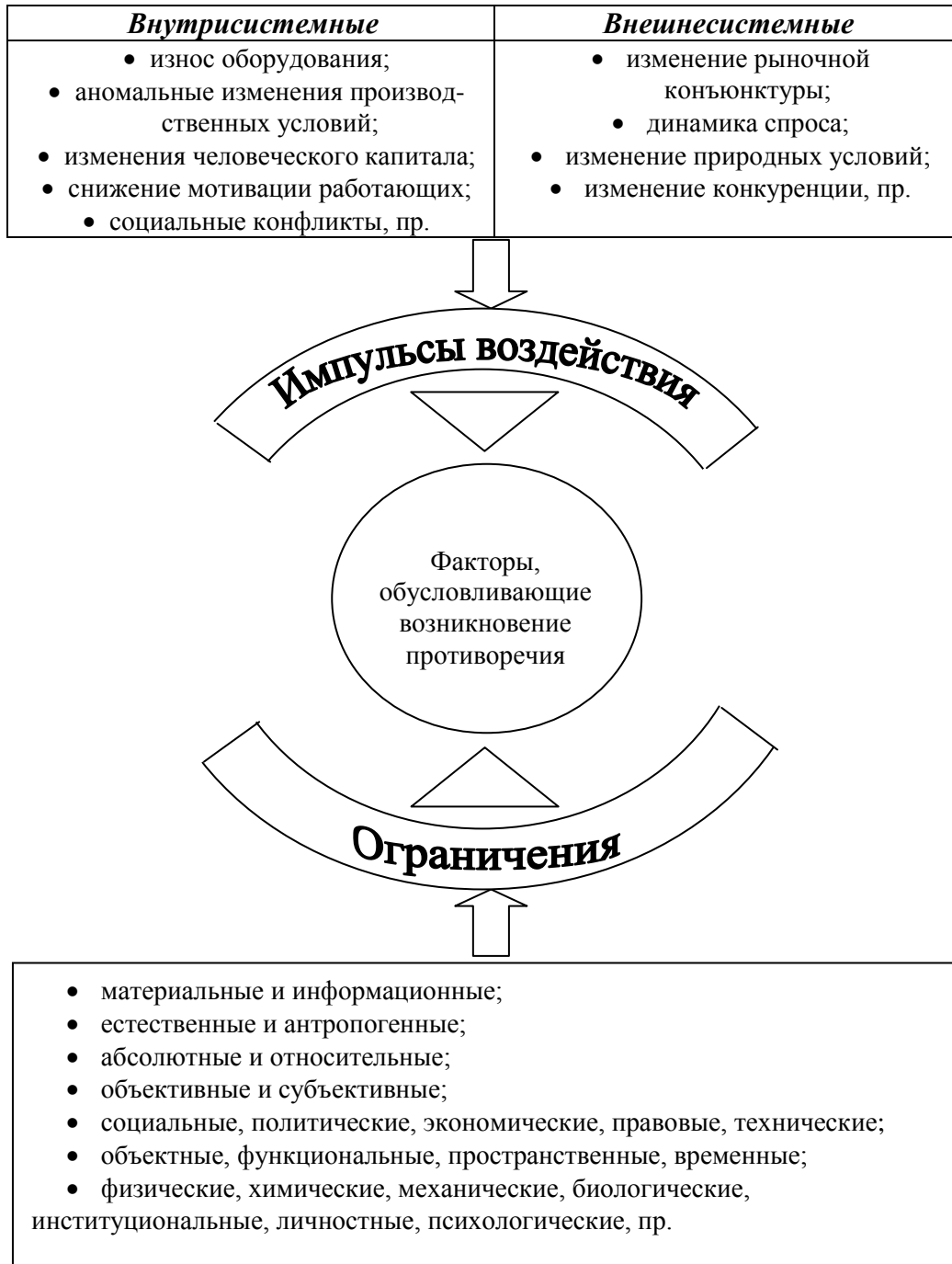
В качестве *внешнесистемных* воздействующих импульсов могут выступать: изменение рыночной конъюнктуры (цен, издержек, предложений ресурсов), динамика спроса, изменения природных условий, законодательства (в частности, налогового климата) или конкурентной среды, пр.

**Ограничения** – это внешние и внутренние факторы, препятствующие количественному или качественному изменению параметров системы. В частности, ограничения препятствуют возможности восстановления нарушаемого (воздействующим импульсом) динамического равновесия между системой и внешней средой, посредством механизмов *прямого действия* обратных связей в рамках адаптационных трансформаций.

Сказанное, по всей вероятности, нуждается в дополнительных комментариях. Что такое *механизмы прямого действия обратных связей*? Это механизмы, позволяющие восстановить необходимое состояние си-

## ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

стемы посредством прямого воздействия на *причину* изменения такого состояния.



*Рис. 13.4.* Факторы, обуславливающие возникновение противоречия в экономической системе

Например, при падении *спроса* на свою продукцию предприятие, активизируя маркетинговую деятельность (и, следовательно, расходуя до-

полнительно средства на рекламу и торговые акции), может вернуть внимание покупателей (прежние параметры *спроса*) к своей продукции, восстановив объем продаж. Этой же цели (с потерей, правда, части прибыли) можно добиться, снизив цену реализуемой продукции.

Однако существуют ситуации, когда в силу ряда причин оба упомянутых направления могут оказаться безрезультатными. Виной тому – *ограничения*, делающие малоэффективными (либо вообще бессмысленными) любые действия по отношению к причине, в данном случае – неудовлетворительному спросу. В качестве одного из подобных ограничений может выступать *низкая покупательная способность* населения, не позволяющая ему (даже при высокой потребности в данном виде изделий) покупать упомянутую продукцию (разве что по ценам ниже себестоимости). При попытке привести *предложение* в соответствие *спросу* вступает в силу ещё одно ограничение – *технологический предел удешевления* продукции.

Предприятие может столкнуться и ещё с одним видом ограничений – необратимым *падением потребности* в данном виде продукции. В наши дни подобное произошло с продукцией традиционной фотоиндустрии, которая практически полностью вытеснена с рынка вследствие развития цифровых технологий. За примером далеко ходить не приходится. В начале 2012 года основные информационные агентства мира разнесли весть о банкротстве всемирно известной фирмы «Kodak», основанной ещё в 1880 году и успешно просуществовавшей почти полтора столетия.

В обоих вышеприведённых случаях ухудшения экономического состояния предприятия – как из-за снижения покупательной способности населения, так и из-за падения потребности в данном виде изделий – проблема не может быть решена путём прямого воздействия на причину её возникновения. Мешают существующие не снимаемые *ограничения*. Если предприятие и попытается найти выход из сложившейся ситуации, то используемые им механизмы обратной связи будут носить непрямой характер и будут направлены на факторы, не имеющие прямого отношения к *причине* возникновения проблемы, т.е. *спросу* на данный вид изделий. Как правило, подобные меры имеют сложный, многозвенный механизм реализации. Например, предприятию придётся переходить на выпуск принципиально новых видов продукции с применением качественно иных технологий.

***Виды ограничений.*** В качестве *ограничений* могут выступать: *предметы, явления, свойства, характеристики, функциональные особенности*, пр.

Ограничения можно классифицировать:

- по *сущностному началу* – на *материальные*, которые накладываются на материальную природу предметов и явлений (например, на количество природных ископаемых) и *нематериальные*, которые накладываются на информационную природу предметов и явлений (например, на



максимальный объем информации или связей, которые способен контролировать субъект в единицу времени);

- по *природе происхождения* – на *естественные* (например, обусловленные ограниченной несущей способностью экосистем) и *антропогенные* (напр., обусловленные ограниченной производительностью технических средств);

- по *возможности снятия* – на *абсолютные* и *относительные*; первые не могут, а вторые – могут быть сняты человеком в рамках современных знаний и его технической вооружённости (например, предел скорости света пока не преодолит человек, а закон всемирного тяготения преодолен посредством летательных аппаратов);

- по *характеру формирования* – на *объективные*, основанные на законах природы, и *субъективные*, основанные на законах и особенностях (в том числе, индивидуальных) существования человека и общества;

- по *сфере происхождения* – на *политические* (обусловлены политическими реалиями), *социальные* (обусловлены социальными отношениями), *экономические* (обусловлены законами экономики), *правовые* (обусловлены законодательными актами); *технические* (обусловлены закономерностями функционирования технических систем) и т.д.;

- по *форме* – на *объектные* (обусловлены препятствиями объектного характера), *функциональные* (обусловлены способностью системы функционировать в разных условиях), *коммуникационные*, *пространственные*, *временные* и т.п.;

- по *содержанию* – на *физические*, *химические*, *механические*, *биологические*, *институциональные*, *личностные*, *психологические* и т.п.

**Направления разрешения противоречия.** Возникающие противоречия могут быть разрешены воздействием на один или оба фактора, относящихся к указанным группам, т.е. как на *воздействующие импульсы*, так и на *ограничения*.

Например, разрешение приведённого выше противоречия, обусловленного необходимостью удовлетворения потребностей растущего населения за счёт ограниченного запаса природных ресурсов, может происходить по двум направлениям.

*Первое* – связано с воздействием на *импульс*, т.е. на потенциальное увеличение потребностей растущего населения. Они могут быть уменьшены посредством трёх ключевых мер: 1) снижения прироста самого населения; 2) снижения природоёмкости удовлетворения традиционных потребностей (при этом темпы снижения природоёмкости должны быть равны темпам прироста населения либо даже опережать его); 3) изменения структуры потребления и замещения природоёмких (в частности, ма-

териалоёмких и энергоёмких) потребностей неприродоёмкими (например, информационноёмкими благами).

*Второе* направление связано с воздействием на предмет *ограничения*. В частности, ограниченность природных ресурсов может быть преодолена разведкой новых месторождений или переходом на альтернативные источники ресурсов, например, возобновимые.

Одним из ключевых направлений разрешения противоречий между растущими потребностями и ограниченными возможностями системы является повышение эффективности ее функционирования.

## ГЛАВА 14. РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 14.1 Особенности развития социально-экономических систем

Основной особенностью развития социально-экономических систем является ключевая роль в нём фактора человека. Именно человек задаёт вектор развития в таких системах, определяя основные цели, к которым должна стремиться в своём развитии система. Человек же выступает в роли основного реализатора, обеспечивая своей деятельностью основные средства для достижения поставленных социальных и/или экономических целей (например, удовлетворение определённых материальных или духовных потребностей, получение прибыли, пр.).

Любые социально-экономические системы в той или иной степени связаны с природой, которая служит источником ресурсов, средой жизнедеятельности, фактором самовоспроизводства количественных и качественных параметров компонентов природной среды. Это позволяет более широко подойти к определению социально-экономической системы.

**Социально-экономическая система** в широком смысле – это функционирующая как единое целое совокупность людей (включая отношения между ними), природных факторов, антропогенных материально-информационных активов, объединённых единством выполняемых функций и реализуемого природно-индустриального метаболизма (материально-информационных потоков).

С учётом проведённого ранее определения развития систем (*необратимое, направленное, закономерное изменение*) и необходимых признаков, обуславливающих процессы развития (*самоорганизация через случайные, неопределённые изменения*) можно сформулировать основные векторы реализации предпосылок прогрессивного развития социально-экономических систем (рис. 14.1).

Данная конструкция в схематической форме представляет содержательную основу феномена *социально-экономического развития*. При, возможно, кажущейся излишней сложности она не может быть упрощена без потери ключевых ее смысловых узлов. Каждый из блоков данной конструкции является существенным, т.е. несущим информацию о содержании, без которого характеристика феномена развития как такового оказывается неполной.

Как мы уже упоминали ранее критерием *прогрессивности* развития любой системы является повышение степени упорядоченности систем, что в конечном счёте обуславливает снижение уровня производства энтропии

системой. Степень упорядоченности любой из систем определяется тремя группами факторов (материально-энергетических, информационных, синергетических). Для социально-экономических систем в критериальной основе, характеризующей степень прогрессивности развития, актуализируется ещё один фактор – *целеполагания*.



Рис. 14.1. Схема формирования предпосылок развития социально-экономических систем

В общем виде *степень прогрессивности* ( $\Pi$ ) социально-экономической системы может быть выражена функцией от четырёх основных групп факторов:

$$П = f(Ц, М, И, С), \text{ где} \quad (14.1)$$

Ц – показатель, характеризующий степень приближения системы к запланированной цели (группы целей, выполняемым функциям) или же – к специфике организации самой системы (тем задачам, на которые она «заточена»);

М – материальный (квазиэнергетический) потенциал, характеризующий состояние условно материальных составляющих системы, которые определяют её способность выполнять работу; на предприятии этот показатель в первом приближении может быть количественно оценён стоимостью основных и оборотных средств производства, а также расходами на содержание персонала;

И – информационная основа системы, основное назначение которой обеспечить эффективность реализации материального (квазиэнергетического) потенциала системы; на уровне предприятия показателями для её оценки могут быть: фондоотдача, коэффициент оборачиваемости оборотных средств, производительность труда, пр.

С – синергетическая основа, характеризующая состояние связей как на внутрисистемном, так и на внешнесистемном уровнях; в формализованном виде синергетическая основа может оцениваться числом связей, а также затратами средств или времени на реализацию этих связей.

## 14.2 Целеполагание как ключевой фактор развития социально-экономических систем

Развитие любой экономической системы (в частности, фирмы) связывается непосредственно с *миссией* (генеральной целью) её существования, а также со стратегическими и тактическими *целями* деятельности.

*Миссия* – это генеральная цель экономической системы. Обычно она увязывается с тем профилем деятельности фирмы (машиностроение, энергетика, сельское хозяйство, сфера услуг, модельный бизнес и т.п.), который определяет её учредитель (физическое или юридическое лицо). Большинство учредителей (собственников) предприятий стремится, чтобы те зарабатывали деньги и получали прибыль. Но все предприятия делают это разными способами.

*Миссия* предприятия формирует принципиальные черты этого способа, своеобразный магистральный путь продвижения предприятия к своему успеху. С миссией предприятия неразрывно увязываются и критерии её реализации. В частности, это может предполагать: выйти на определённый ежегодный объём реализации продукции, получать определённую

долю продаж продукции в определённом сегменте рынка, стать ведущим предприятием данного профиля например, (войти в пятёрку,.. десятку,.. сотню).

**Стратегические и тактические цели** дают возможность конкретизировать и детализировать пути реализации миссии предприятия. Именно они определяют *инвестиционную, товарную, затратную и ценовую* политику, т.е.:

- номенклатуру,
- серийность,
- структуру расходов,
- основу формирования цен,
- виды конкурентной борьбы и т.д.

В зависимости от указанных целей предприятие определяет и решает текущие *задачи* в своей деятельности, выбирая конкретные *средства*, необходимые для достижения целей (в частности, формирует технологическую основу, решает проблемы поставок ресурсов и реализации готовой продукции).

**Динамика формирования цели.** В ходе развития предприятия могут в той или иной степени изменяться цели своего функционирования. В зависимости от способности самостоятельно влиять на процесс формирования своей миссии и целей функционирования предприятия разделяют на три основные группы:

- имеющие относительно *постоянную миссию и цели* развития;
- имеющие относительно *постоянную миссию, но способные изменять цели* развития;
- способные в ходе развития *изменять миссию и его цели*.

Т. А. Акимова выделяет три группы систем, давая им определённые названия: а) *самонастраивающиеся*, б) *саморазвивающиеся*, в) *самообучающиеся* (Акимова, 2010).

С учётом сказанного, на рис. 14.2 нами представлено классификацию систем в зависимости от степени свободы выбора ими миссии и цели своего функционирования.

**Самонастраивающиеся системы** имеют фиксированные миссию и цели функционирования.

Подобные кибернетические системы способны реализовывать функцию поиска средств для достижения поставленных целей (адаптации к изменяющимся условиям среды). Как правило, для предприятий подобного типа цели задаются извне, т.е. их учредителями: владельцами или организациями более высокого уровня. Потенциал памяти систем используется только при адаптации к изменениям тех или иных параметров, существен-

ных для ранее заданной цели функционирования системы. Например, предприятие, которому установили номенклатуру и объем производства, находит оптимальные варианты поставки необходимых ресурсов, подбирает нужные технологии, определяет наиболее рациональные комбинации средств производственной деятельности. В рамках поставленной цели предприятие решает также другие производственные задачи.

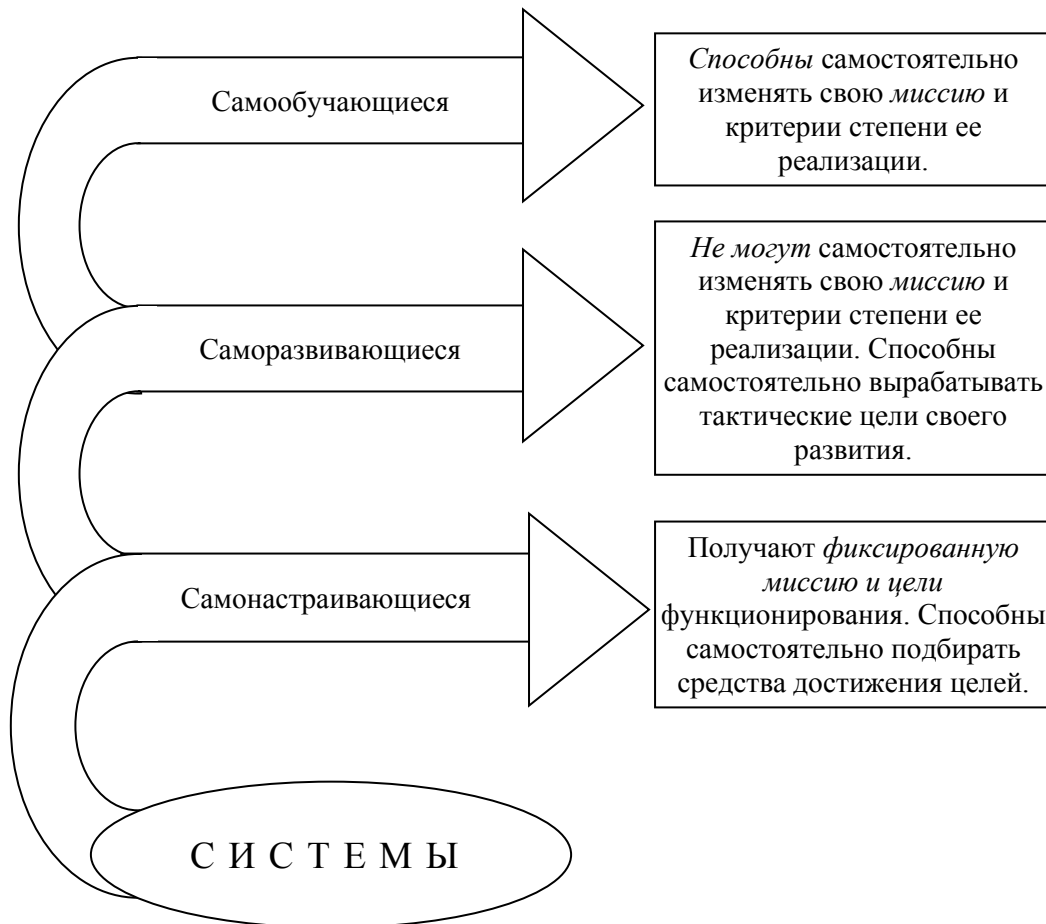


Рис. 14.2. Виды систем в зависимости от степени свободы в выборе миссии и цели развития

Если вследствие изменения экономической конъюнктуры возникает объективная потребность изменить цели (например, номенклатуру продукции), то решения об этих изменениях принимаются не внутри, а вне предприятия (хотя, возможно, и по инициативе представителей предприятия).

Самонастраивающиеся системы имеют чрезвычайно низкий потенциал *саморазвития*. Длительное время выполняя однотипные виды работ, они утрачивают навыки трансформационных преобразований. Все

изменения, которые происходят на таких предприятиях, ограничиваются лишь адаптацией к изменениям во внешней среде.

**Саморазвивающиеся** системы имеют относительно *постоянную миссию* и сравнительно стабильные критерии оценки степени её реализации (иными словами, качества своего функционирования). При этом такие системы способны самостоятельно вырабатывать *тактические* цели своего развития и критерии оценки их достижения.

Подобные кибернетические системы обретают уже значительно больший потенциал саморазвития. Этому способствует последовательная смена целей и связанных с ними оценочных критериев, а также средств достижения целей. С очередной сменой целей и задач система постоянно изменяет и совершенствует свою структуру и характеристики.

Аналогом подобных систем может выступать предприятие, специализирующееся на определённом профиле продукции и занимающее стабильную нишу на рынке. Критерием успеха (качества функционирования) для такого предприятия может считаться объем получаемой прибыли, который зависит от объёма продаж выбранной предприятием номенклатуры изделий. Размер прибыли зависит также от *цен*, по которым предприятию удаётся продать продукцию, и *затрат*, необходимых для её производства и реализации. В связи с изменяющейся конъюнктурой рынка предприятие вынуждено каждый раз принимать новые решения (менять цели и средства), связанные с формированием портфеля заказов, обновлением продукции, конструкторской и технологической подготовкой, материально-техническим снабжением, подготовкой кадров, реализацией продукции, продвижением продукции на рынок, реализацией конкурентной стратегии и многим другим.

**Самообучающиеся** системы способны самостоятельно трансформировать собственную *миссию* и воспроизводить критерии оценки степени её реализации (качества своего функционирования), в зависимости от получаемых в процессе развития знаний, навыков и мировоззрения, а также внешних условий функционирования системы. Следствием этого является постоянное переформатирование целей и обеспечивающих их средств.

В качестве аналога подобных систем можно рассматривать корпорацию или фирму, способную изменять профиль своей деятельности. В частности, она может кардинально трансформировать направления использования своего капитала, выходить из одних рынков и проникать на другие. Деятельность подобных корпораций отличается значительным уровнем диверсификации. Она может включать различные секторы производства товаров, банковскую деятельность, различные сферы услуг: издательское дело, спортивный и шоу-бизнес, пр.. Естественно, при каждой очередной трансформации в корпорации суще-



ственно видоизменяется её структура, профиль стратегических и тактических целей, критерии их достижения и обеспечивающие средства.

Нет сомнения, что у данных экономических субъектов главным фактором, обуславливающим их способность к различным направлениям и формам развития, является человеческий капитал. При этом ведущую роль играют личностные качества фактических лидеров, определяющих стратегию данных субъектов. Необходимо, однако, отметить, что результатом трансформации *самообучающихся* систем могут быть процессы не только их прогрессивного, но и регрессивного развития. *Регрессивное* развитие (которое сопровождается понижением уровня гомеостаза системы) можно рассматривать как одну из форм адаптации системы конкретно под возникающие условия внешней среды.

Говоря об упомянутых формах саморазвития систем, несложно провести параллели с развитием трёх типов личностей, которые условно могут быть названы: «исполнители», «менеджеры», «социальные лидеры, или стратеги».

*Первый* – представляет группу людей, способных с тем или иным успехом выполнять поставленные перед ними задачи (например, по выполнению определённых производственных операций). При этом они способны так или иначе адаптироваться к соответствующим (складывающимся) условиям (например, выбирать оптимальные режимы работы оборудования, подбирать соответствующие инструменты, необходимые материалы, пр.).

*Второй* тип личности представляет группу людей (к ним относятся функциональные специалисты и менеджеры производственных подразделений), способных принимать более сложные решения, касающиеся организации в пространстве и времени целого комплекса процессов трудовой деятельности. В них может быть вовлечено значительное количество людей. Все это требует постановки целей, формирования планов, выбора критериев их выполнения, подбора необходимых средств. Изменчивость условий жизни и видов трудовой деятельности требует саморазвития данных лиц, совершенствования их знаний, навыков, мировоззрения. Однако даже при значительном карьерном росте люди, принадлежащие к данной группе, как правило, остаются подчинёнными. Они способны решать тактические задачи, необходимые для реализации намеченных кем-то стратегий более крупного масштаба.

*Третий* тип личности представляет группу людей, отличительной особенностью которых является высокая степень свободы и независимости в принятии и реализации решений. Такие лица должны иметь возможность распоряжаться квазиэнергетическим потенциалом (т.е. материальными, трудовыми и финансовыми ресурсами), достаточными для воплощения в жизнь своих стратегических планов. Именно они обуславливают повышение информационного уровня системы в ходе условного

процесса «обучения». Как правило, это лица, располагающие значительным капиталом (собственным или тем, которым они могут оперировать относительно свободно). Однако, это могут быть и творческие личности, реализация стратегических планов которых менее зависима от значительных капиталовложений.

В каждом из трёх перечисленных типах поведения экономических систем чрезвычайно важной является функция *рефлексии*, т.е. *самосознания* и *самопознания*, соотношения элементов мышления и действительности (Філософський, 2002). Речь идёт о том, чтобы классическая античная установка «познай себя сам» была бы применена на уровне целой системы.

*Рефлексивный подход* к управлению *экономическими системами* позволяет решить ряд важных задач (Лепский, 2009; Рефлексивные, 2011). К основным из них относятся:

- формирование поведенческих моделей и связанных с ними стратегий развития;
- научно-обоснованное прогнозирование проблем, трудностей и кризисов, обусловленных различными группами факторов (как внутренними, так внешними);
- формирование процедур рефлексивного воздействия (управления) по отношению к соответствующим рефлексивным структурам (управляемым системам), в том числе с целью минимизации конфликтных ситуаций и сопряженных издержек;
- осознанная организация коммуникаций (диалога) со средствами поддержки как внутри, так и вне экономической системы;
- обеспечение адекватных гибких стратегий конкурентной борьбы и нейтрализации сознательного или бессознательного противодействия развитию системы со стороны других хозяйственных субъектов.

### **14.3 Воспроизводство сущностных основ человека как компонента социально-экономической системы**

Основной движущей силой любой социально-экономической системы является развитие людей. Человек *экономической системы* выполняет в ней следующие функции:

- *проектировщика* (средств производства, конструкционных материалов, технологий, систем энергообеспечения, потребительских благ, среды обитания человека, коммуникаций, пр.)
- *производителя* (всего вышеперечисленного);

- *организатора* (процессов проектирования, производства и потребления продукции);
- *коммуникатора* (субъекта, реализующего отношения в обществе);
- *потребителя* (материальных и информационных благ).

Нельзя понять направлений развития человека, не уяснив природу его сущностных начал.

Каждый человек представляет собой единую систему, образуемую триадой его сущностных начал: «био», «социо», «трудо». «Био» формируется материальной природой человека и реализуется посредством физиологических процессов метаболизма, протекающих в его организме. «Социо» представляет собой нематериальное информационное начало, реализующее его личностную сущность. «Трудо» функционирует на основе способности человека осуществлять работу за счёт интеграции силовых качеств человека «био» и личностных свойств человека «социо». Различие сущностных начал человека обуславливает формирование трёх различных групп потребностей, которые значительно отличаются друг от друга, а во многом даже являются взаимопротиворечивыми.

С момента формирования общества и возникновения личностных начал в человеке происходит формирование двух взаимосвязанных системных сущностей.

Человек продолжает оставаться одним из представителей мира животных с присущим ему обменом веществ, терморегуляцией, движениями. Иными словами, он остаётся *организмом*, которому для существования постоянно нужно поддерживать физиологические функции.

С другой стороны, в человеке возникает и начинает развиваться *личностная сущность*, т.е. некий нематериальный, *информационный фантом*, который потребляет исключительно информацию. По всей вероятности, именно эту человеческую сущность имеют в виду, когда говорят о «душе» человека. Личность человека может сформироваться только в обществе, т.е. взаимодействуя с другими подобными личностями. Таким образом, личностную сущность человека можно ещё назвать *человеком социальным*, или «социо».

**Человек «био».** Вышедший из животного мира «Человек разумный» по сей день остаётся одним из его членов, хотя и находится на особом положении.

«...Грандиозная сложность высших организмов, – писал И. П. Павлов, – остаётся существовать как целое только до тех пор, пока всё её составляющее тонко и точно связано, уравновешено между собой и с окружающими условиями» (Павлов, 1951).

Необходимую систему условий внешней среды и внутренней природы человека, при которой обеспечивается устойчивое существование человека как биологического вида, следует считать *экологическим* фактором жизнеобеспечения человека. Создавая необходимые условия, природа выполняет по отношению к человеку функции, которые условно можно назвать физиологическими, обеспечивает гармонию человеческого организма с окружающей природной средой. Со временем человек научился в определённых пределах искусственно создавать условия своего существования, кондиционируя их под свои потребности. Для этого он поставил между собой и природой техногенную среду, в которой он собственно и обитает, потребляя не менее техногенизированную продукцию (в качестве пищи, питьевой воды и потребительских товаров, включая услуги).

И. Ефремов писал: «Жизнь протекает в напряжённой борьбе противоречивых химических процессов, и наше существование зависит от точнейшей регулировки, которая все время ведётся в организме тремя системами. Самая древняя, унаследованная от первичных живых существ, – это химическая регулировка путём особых веществ – катализаторов и ускорителей химических процессов. Эти так называемые ферменты, или экзимы и гормоны, тысячи их, взаимодействуя с другими тысячами, связаны в единую стройную систему, ведающую превращениями пищи в энергию, созданием новых клеток, перестройкой ядовитых отходов в безвредные и легко удалимые из тела...

Вторая система – автоматическая, или симпатическая нервная, независимая от сознания и воли. Третья – собственно нервная система, действующая по принципу импульсивной регулировки, в работе которой принимает участие наше сознание...» (Ефремов, 1987).

Сам человек как биологическое существо мало изменился по сравнению со своими предками. Граница жизнеустойчивости человека по-прежнему лежит в узких интервалах условий природной среды.

«*Лезвие бритвы*» – так назвал свой роман известный писатель и учёный И. Ефремов. Но эти же слова названия романа являются и своеобразной формулой природных условий существования человека, организм которого способен функционировать лишь в очень узких интервалах параметров среды, обеспечивающих оптимальные условия для поддержания его гомеостаза.

В самом общем виде физиологические потребности человека могут быть объединены в несколько групп:

- *пространство* для существования;
- физико-химические и биологические *свойства среды*;
- *воздух* для дыхания;

- *ресурсы пищи* и питьевой воды;
- возможности для *двигательной активности*;
- *информация*, включая наличие положительных и отрицательных эмоций.

Даже сегодня наши знания о физиологических потребностях человека очень далеки от совершенства.

Во-первых, *экологические факторы представляют собой не набор свойств, а изменяющуюся систему взаимосвязанных параметров*. Определить, а тем более строго нормировать оптимальный интервал их изменения крайне сложно. Ведь наиболее благоприятные для человека значения любого свойства среды зависят от многих других её свойств. Достаточно вспомнить, как влияют на нашу оценку «комфортной» температуры влажность воздуха, скорость ветра, освещённость солнцем и т.п. Кроме того, «благоприятный» интервал свойств различен не только для различных людей, но даже для одного и того же человека в различных его состояниях. Например, упомянутый *оптимальный* интервал температуры воздуха зависит от вида выполняемой человеком работы, самочувствия, возраста и даже настроения.

Во-вторых, *у каждого первичного свойства среды может быть не одно, а несколько измерений*. Скажем, такой параметр, как количественное содержание кислорода в воздухе, ещё недостаточно полно характеризует его пригодность для дыхания. Как доказал ещё в 20-е годы XX ст. выдающийся советский учёный А.Л. Чижевский, для длительного поддержания жизни высокоорганизованных животных простого количественного наличия молекулярного кислорода недостаточно – необходимы его ионизированные частицы.

В-третьих, *на всё живое на Земле, в том числе и на человека, оказывают огромное воздействие космические факторы, оценить влияние которых представляется пока весьма сложной задачей*. По определению А. Л. Чижевского, жить – значит пропускать через себя поток космической энергии.

В-четвертых, очень трудно учитывать, а тем более нормировать такие факторы, как *потребности «био-человека» в двигательной активности и информации*. Физиологически человек мало изменился с тех пор, как ему приходилось в жесткой конкуренции с другими представителями животного мира отстаивать свое право на существование. Следовательно, в нем продолжают работать механизмы, синхронизирующие реакции на информационные импульсы из окружающей среды с последующей двигательной деятельностью. Таким образом, в физиологическую природу человека заложены и потребности в эмоциональном возбуждении, включая негативные раздражения (именно этим обусловлена потребность в кино-«страшилках» у современных молодых людей), и необходимость двигательной активности.

Физиологические потребности человека являются, кроме всего, очень значимым *экономическим фактором*. Прежде всего потому, что удовлетворение физиологических потребностей в современных условиях достигается, главным образом, за счёт общественного производства, требующего их исследования, учёта, материальной реализации и, конечно же, значительных финансовых затрат. Товары, обеспечивающие удовлетворение физиологических потребностей, составляют значительную часть современного мирового рынка изделий и услуг, хотя могут быть и значительно потеснены со временем товарами личностного (информационного) спроса.

Кроме того следует отметить, что удовлетворение физиологических потребностей человека, гарантируя воспроизводство его физического здоровья, является основой обеспечения эффективной трудоспособности человека. Это, в конечном счёте, является одним из ключевых факторов функционирования экономической системы.

**Человек «социо».** Личность – это живущий в биологическом теле информационный фантом, потребляющий и производящий только *информацию*.

С учётом понятийной основы, сформировавшейся в литературе, **Человек «социо»**, или *личность*, может быть определен как устойчивая система социально значимых черт, характеризующих индивида как субъекта общественных отношений и сознательной деятельности (Философский, 1983).

В научных трудах (Белинская и др., 2003; Мид, 2009; Рубинштейн, 2002 и др.) характеризуются отдельные особенности феномена личности. Прежде всего отмечается, что личность – это внутренняя целостная информационная система, через которую преломляется (интериоризуется) всё внешнее воздействие. Если биологический организм человека формируется главным образом на основе программы генетического механизма, то личностная основа человека формируется его социальным окружением. Без этого индивид не в состоянии приобрести ключевые свойства интеллекта (в частности, способности говорить, общаться, решать коллективные задачи, воспринимать и обрабатывать информацию, пр.), присущие современному человеку. По меткому выражению С.Л. Рубинштейна, «индивидом рождаются, а личностью становятся». Таким образом, можно сказать, что личность является как субъектом, так и объектом общественно-исторического процесса.

Субъективность – важнейшее свойство психики. Оно отражает самостоятельность индивида (субъекта), способность осознавать своё отличие от других объектов и субъектов окружающего мира. Обычно выделяют пять основных форм личностной реализации: *переживание, деятельность, поведение, общение, самоуправление*.

В основе формирования личности лежит способность человека воспринимать и отражать (перерабатывать, усваивать и закреплять) информацию из окружающей среды. Неразрывными частями единого процесса отражения действительности являются *ощущение, восприятие, память, воображение, мышление* (табл. 14.1) (Столяренко, 1999).

Таблица 14.1. Познавательные психические процессы  
(Столяренко, 1999)

Ощущения	Восприятие	Память	Воображение	Мышление
Отражение отдельных свойств предметов, непосредственно воздействующих на наши органы чувств	Целостное отражение предметов, непосредственно воздействующих на органы чувств в совокупности со свойствами и признаками этих предметов	Отражение прошлого опыта, запечатление, сохранение и воспроизведение чего-либо	Отражение будущего, создание нового образа на основе прошлого опыта	Высшая форма отражательной деятельности, позволяющая понять сущность предметов и явлений, их взаимосвязь, закономерность развития

Из широкого спектра социально значимых черт, которые характеризуют каждую человеческую личность, можно выделить несколько наиболее существенных групп параметров:

- *способности воспринимать, закреплять и перерабатывать информацию*; именно от этого зависит целый ряд индивидуальных особенностей, таких, как скорость реакции, способность запоминать и систематизировать различные виды информации, умение планировать, анализировать и контролировать; эти качества чрезвычайно важны в научной деятельности и в управлении коллективами;
- *возможности образного мышления*, т.е. способность создавать абстрактные модели реального мира; с этим связано чувство гармонии, пространственное видение, восприятие эстетического, пр.; все эти качества незаменимы при формировании содержательной основы в различных видах искусств, а также в тех видах производственной деятельности, которые связаны с конструированием, архитектурой, пр.;
- *способности информационного воздействия* на окружающих – например, посредством словесно-логического выражения, пр. – (бывают востребованы в педагогике, театральном искусстве, масс-медиа, рекламе); либо, наоборот, приходится говорить о восприимчивости на воздействие со стороны других (внушаемости);
- *психологическая устойчивость*, т.е. умение сохранять способность к интеллектуальной деятельности в различных психологических и инфор-

мационных условиях; от этих качеств, в частности, зависят такие личностные характеристики, как воля, оптимизм, склонность к лидерству, пр.;

- *способности контролировать* (интенсифицировать или подавлять) свои *биологические инстинкты*; определяют такие качества, как выдержка, смелость, воля, выносливость, работоспособность;

- *наличие или отсутствие группового самосознания*, т.е. все те нравственные качества, которые, в итоге, формируют этику общественных отношений (патриотизм, чувство долга, альтруизм, коммуникабельность, отзывчивость, пр.);

- *способности физического управления телом* или различными его частями; эти качества оказываются востребованными для исполнительского мастерства в двигательных видах искусств, спорте, пр.

В конечном счёте, перечисленные качества и формируют личностные характеристики каждого индивида, которые передаются обычно такими категориями, как *ум, характер, воля, выдержка, оптимизм, эмоциональность, эстетические чувства, выразительное мастерство, талант, педагогические способности, патриотизм, способность к самопожертвованию, пр.*

Формирование основ информационного общества, к которому приближается человечество, требует глубокого понимания природы информационного человека, т.е. человека личностного. Ведь в грядущем информационном обществе именно личностному человеку придётся сыграть главную роль в экономической системе, где личностная («социо»), т.е. информационная сущность человека будет основным конструктором, производителем и потребителем товаров и услуг, которые по этой причине тоже будут преимущественно информационными.

Сформулировать весь *спектр личностных потребностей* человека настолько же сложно, как и определить смысл жизни человека социального. Он не только различен для каждого человека, но и постоянно изменяется с течением времени (иногда в течение одной недели и даже дня) для одного и того же индивида.

Потребности человека «социо» чрезвычайно многообразны. Их очень трудно систематизировать. Это и *познание мира* (открытие его законов и тайн), и *творчество* (дающее возможность создавать абстрактные образы, отражающие явления природы – что мы называем искусством), и *максимальная реализация собственных физических и интеллектуальных способностей*, и *содействие общественному прогрессу*, и *жажда власти* над другими людьми, и *любовь*, и просто *получение радости от осознания гармонии с природой*, и многое другое.

По всей вероятности, в самом первом приближении личностные по-



требности человека (т.е. те, которые, в конечном счёте, формируют человека «социо-») можно условно объединить в следующие группы:

- *обеспечение психологического и социального благополучия, духовного здоровья* (развитие чувства оптимизма, стабильности, радости жизни, собственной социальной необходимости);
- *возможность информационного познания мира* (в т. ч. реализация инстинктов познания);
- *возможность художественного развития* (развитие творческих способностей, удовлетворение эстетических потребностей, развитие чувства красоты и гармонии);
- *импульс творчества* (источник вдохновения);
- *условия нравственного воспитания и совершенствования*; именно это формирует соотношение между потребностями для себя и для других людей (чувство патриотизма, склонность к самопожертвованию и самоограничению, чувство долга, способность к сочувствию, пр.).

Личностные качества человека «социо-» формируются под воздействием трёх групп факторов:

во-первых, *физиологических характеристик индивидуума*, которые он получил в наследство от своих родителей; именно так закладываются основные черты характера человека, его психологическая основа, особенности психических реакций;

во-вторых, *влияния общества*; именно воспитание и образование, которые получает человек в семье, школе, через общественные институты, определяют во-многом его жизненный путь; это влияние идёт как бы по двум каналам: нематериальному – через контакты с другими личностями (именно такое воздействие оказывает на человека общение с учителями, актёрами, тренерами, наставниками, сверстниками), и материальному (или материализованному) – посредством материальных объектов общественной жизни (инженерных и архитектурных объектов, книг, художественных произведений, пр.);

в-третьих, *природных условий*, т.е. возможностей информационного общения человека с природными ландшафтами.

Упомянутые две системные сущности («био» и «социо») ещё не достаточно полно характеризуют содержание Человека. Третьей системной составляющей является *человек трудовой, или экономический* (человек «трудо»).

**Человек «трудо»** – устойчивая система социально значимых черт, характеризующих индивида как субъекта *трудовой* (производственной) деятельности.

Процесс труда, с точки зрения его содержания, есть взаимодействие человека с орудиями и предметами труда, предполагающее последовательное воспроизводство трудовых циклов, каждый из которых завершается изготовлением определённого продукта. (Экономическая, 1980).

В этом процессе осуществляются следующие функции:

- *логическая*, связанная с определением цели и подготовкой процесса труда;
- *исполнительская* – приведение в действие средств труда и непосредственное воздействие на предметы труда;
- *контролирующая* – наблюдение за технологическим процессом, ходом намеченной программы;
- *регулирующая* – корректировка, уточнение заданной программы.

Каждая из этих функций в той или иной степени может присутствовать в труде отдельного работающего, но прежде всего это свойственно совокупному труду. В зависимости от преобладания тех или иных функций в трудовой деятельности человека определяется сложность труда, складывается отдельное соотношение функций умственной и физической активности, позволяющее относить тот или иной вид деятельности человека к преимущественно умственному или физическому труду (Экономическая, 1980).

Человек «трудо» осуществляет свою деятельность в двух сферах общественного производства: материальной и интеллектуальной. Каждая из производственных сфер требует приложения как физического, так и умственного труда. Соответственно здесь реализуются физиологические возможности «био-человека» и интеллектуальные способности человека «социо-». Следовательно, «трудо» является условной сущностью, синтетически вбирающей в себя качества «био» и «социо».

По отношению к экономической системе человек выступает в двух ролях:

- *производителя*;
- *потребителя*.

Как потребитель человек выступает носителем потребностей той триады подсистем («био-трудо-социо»), которая заключена в нем самом (рис. 14.3).

Потребности конкретного человека в самом первом приближении определяются уровнем развития общества и соотношением в данном человеке указанных сущностей. С одной стороны, чем выше уровень благосостояния общества, тем с большим успехом оно способно насытить физиологические потребности человека. С другой стороны, при сложившемся уровне благосостояния структура потребностей конкретного человека зависит от его индивидуальных особенностей. Чем более развит че-

Человек интеллектуально и духовно, тем больше в нем содержание «социо», и тем выше в его структуре потребления информационные потребности. И наоборот, чем на более низкой ступени развития находится человек, тем в большей степени его потребности ограничиваются необходимостью удовлетворения физиологических потребностей в еде, одежде, жилище. Даже не испытывая нужду, такой человек продолжает атавистично замыкаться исключительно на тех же материальных потребностях, которые обретают новые формы поглощения еды, напитков, бесконечной смены одежд, машин, домов.

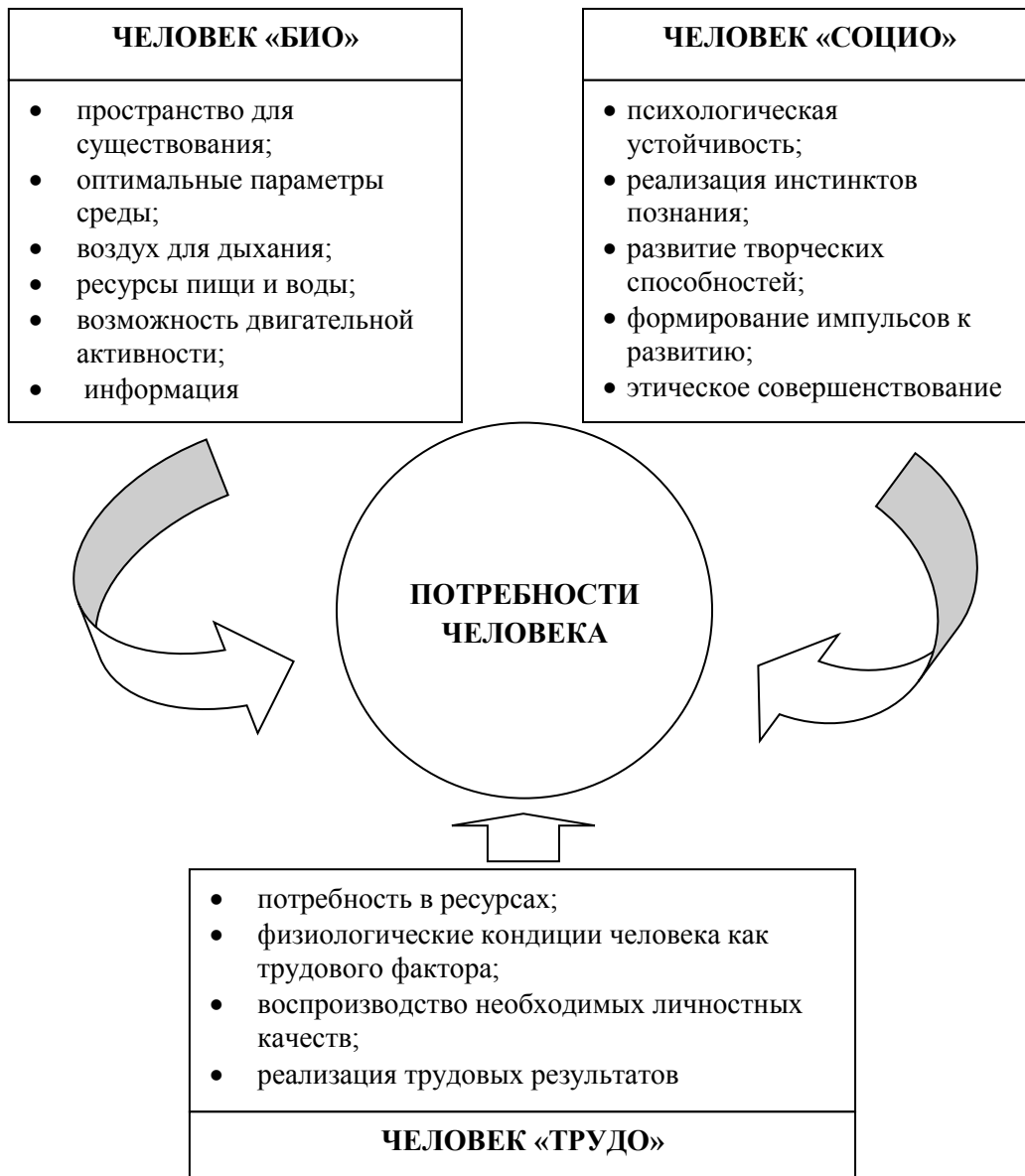


Рис. 14.3. Потребности человека как триединой системы

Потребности людей являются необходимым компонентом экономической системы. Для её непрерывного функционирования необходимо, чтобы потребности людей воспроизводились постоянно.

Потребности человека «трудо» как *производителя* определяются тремя основными группами факторов:

- потребностями в *ресурсах* (материальных, энергетических, утилизационных; последнее обуславливает наличие достаточных источников ресурсов и «контейнеров» для отходов);
- условиями для воспроизводства *физиологических кондиций* человека как трудового ресурса;
- условиями для воспроизводства *личностных качеств* человека как трудового ресурса.

Как видим, вторая и третья группа факторов связывают потребности человека «трудо» с потребностями непосредственно человека «био» и человека «социо». Забегая наперёд, скажем, что это создаёт основания, чтобы увязать физиологические и личностные потребности человека с экономическими оценками.

**Сравнительный анализ потребностей.** Личностные потребности «трудо» в значительной степени отличаются от личностных потребностей человека «социо», а в чем-то и противоречат последним. Особенно хорошо можно это проследить на потребностях «трудо-» и «социо-человека» по отношению к природной среде. Такая ситуация обусловлена принципиально различными установками этих двух начал человека.

«Трудо-человек» вынужден постоянно ориентироваться на достижение конечного производственного результата и повышение эффективности труда.

Таблица 14.2. Сравнительная схема поведенческих установок-стремлений «трудо-человека» и «социо-человека»

Человек «трудо»	Человек «социо»
К конечному	К бесконечному (в конечном)
К дискретности	К целостности
К анализу	К синтезу
К упрощению	К усложнению
К стандартизации (унификации)	К оригинальности (неповторимости)
К полезности отдельных компонентов природы	К ценности целостных природных систем
К однозначности	К многозначности
К специализации	К универсальности
К однофункциональности	К многофункциональности

Это закономерно обуславливает его стремление к снижению затрат, стандартизации и упрощению производственных процессов (устранению лишних элементов), стандартизации используемых предметов и орудий.

«Социо-человеку» для своего развития, наоборот, необходим контакт, с целостными, сложными, нестандартными, многообразными природными системами. Это обуславливает принципиальное различие в поведенческих установках «трудо-человека» и «социо-человека» (табл. 14.2).

Безусловно, приведённое разделение человеческих сущностей на «био», «трудо» и «социо» носит в значительной мере условный характер. Так как указанная триада вынуждена существовать в едином теле, порой сложно выделить характерные черты каждой из данных сущностей. Своим разумом и волей человек стремится к тому, чтобы цели функционирования каждой из частей его сущностной триады совпадали или были близки одна к другой. В этом случае можно считать, что наступает гармония различных начал в человеке, а сам он переживает душевный комфорт.

Выполняемый анализ чрезвычайно важен для формирования представлений о роли человека в экономической системе. Здесь человек может выступать в нескольких взаимосвязанных ролях, в числе важнейших из которых условно можно назвать роли: *конструктора, производителя и потребителя.*

Экономическая система удовлетворяет потребности всех трёх условных составляющих сущностной триады человека. Однако структура этих совокупных потребностей постоянно изменяется. При этом можно отметить тенденцию постепенного увеличения доли социальных (личностных) потребностей человека. В частности, современному производству оказывается все проще (в смысле, с меньшими затратами) накормить и создать условия для проживания человека «био» и все труднее удовлетворить растущие потребности человека «социо».

*Информационные потребности* человека «социо» призваны трансформировать всю систему ценностных ориентиров при формировании своеобразного общественного заказа. Его основное назначение – удовлетворение запросов, необходимых для развития личностных качеств человека. На смену физиологическим потребностям человека «био» (потребности в пище, воде, условиям обитания, пр.) и технократическим интересам человека «трудо» (жажда наживы, карьерный рост, престиж, пр.) приходят потребности человека «социо»: физическое совершенствование, интеллектуальное развитие, реализация творческих способностей, получение знаний, отдых и удовольствие.

*Человек-потребитель* информационной экономики принципиально отличается от *человека-потребителя* предшествующих эпох. Главным является то, что все перечисленные компоненты личностных потребностей человека становятся самоцелью существования, а не средством получения в последующем материальных благ. Кстати, и последние обещают постепенно превращаться из первоцели в средство получения информационных благ. Так, как сегодня автомобиль превращается из средства поездки на огород для выращивания и сбора урожая в средство для поездки в лес или на море для отдыха и воспроизводства духовных сил.

*Человек-производитель* все больше переходит от воздействия на материальные предметы труда (изменение форм, размеров, свойств) к воздействию на информацию. Даже в случае изготовления материальных изделий задача человека-производителя все больше будет смещаться от трансформации материальной субстанции (эта функция будет перекладываться на машины) к формированию информационных образов и программ комбинирования и взаимодействия в пространстве и времени материальных производственных активов.

*Человек-конструктор* проектирует контуры той среды, где будет жить и работать человек, а также тех продуктов, которые он будет потреблять. По всей вероятности, можно ожидать две ключевые трансформации в деятельности *человека-конструктора*:

- *сфера потребления*: переход от проектирования отдельных товаров и услуг к формированию жизнеблагодатных комплексов (создающих условия для комфортного существования человека «био», максимального развития человека «социо» и творческой реализации человека «трудо»);
- *сфера производства*: переход от создания чуждых природе (по своему составу и свойствам) предметов труда и «разорванных» производственных циклов к формированию дружественных природе предметов труда, производство и использование которых организовано по замкнутым циклам.

Описанные направления предполагаемых изменений, конечно же, весьма схематично характеризуют лишь некоторые отдельные черты сложного многогранного явления под названием *информационная революция*, происходящая в рамках Третьей и Четвёртой промышленных революций.

#### **14.4 Качество социально-экономического развития**

В предыдущих подразделах мы имели возможность убедиться, что для успешного развития социально-экономической системы количество свободной энергии (квазиэнергии) в ней должно нарастать (или хотя бы не

уменьшаться). Именно свободная энергия является средством дальнейшего информационного и синергетического совершенствования системы: усложнения её структуры, повышения функционального уровня связей, «облегчения» (дематериализации) метаболических потоков, повышения эффективности работы и наращивая других преимуществ систем. Увеличение свободной энергии в системе с физической точки зрения является *необходимым* критерием такого типа развития системы, который условно был назван *прогрессивным*.

Сказанное между тем оставляет немало вопросов. И основной из них: является ли упомянутый необходимый физический критерий также и *достаточным*, чтобы считать прогрессивным развитие социально-экономической системы? В частности, любое ли развитие социально-экономической системы, при котором в ней возрастает свободная энергия, можно считать благоприятным с социальной точки зрения? Можно ли считать рассматриваемый критерий *универсальным*? Иными словами, можно ли к оценке состояния системы применять принцип: «чем больше (свободной энергии), тем лучше»? На каждый из упомянутых вопросов приходится отвечать отрицательно.

Это объясняется рядом обстоятельств. Обосновывая свой ответ, мы коснёмся двух ключевых аспектов социально-экономического развития:

- *качества состояния* социально-экономической системы;
- *устойчивости* этого состояния.

**Качество состояния** системы – это комплекс её параметров, характеризующих способность отдельных подсистем и системы в целом выполнять свои функции. Основной функцией социально-экономической системы является удовлетворение материальных и духовных (личностных) потребностей людей, составляющих данную систему (см. напр., Кусик, 2011; Хумарова, 2011; Старченко, 2010). Но сами же эти люди формируют и содержание ключевых компонентов социально-экономической системы, выполняющих её функции. Таким образом, *человек* с его потребностями является и *целью*, и *средством* функционирования социально-экономической системы.

В числе основных потребностей человека можно назвать: обеспечение на определённом уровне общественного *благосостояния*, *здоровья*, *психологической устойчивости*; повышение уровня *образования*; развитие *мировоззрения*; совершенствование *навыков*; *эстетическое* развитие; совершенствование *нравственных устоев*; развитие *творческой активности*, пр.

Уместно отметить, что физиологические потребности человека (обеспечение его благосостояния, здоровья, потребностей в еде, пр.) ограничены своими естественными пределами сверху и снизу. Соответственно, задача по их удовлетворению носит оптимизационный характер. Личностные (социальные) же потребности человека (получение знаний, совершенствование навыков, развитие творческой активности, пр.) таких пределов не имеют. Личностная природа человека является *нематериальной* по своей сути и не ограничена в своём развитии.

Как видим, *свободная квазиэнергия*, поступающая в социально-экономическую систему, не может считаться замыкающим результатом функционирования системы. Она должна быть конвертирована в определённые параметры социально-экономического развития человека.

**Устойчивость** системы характеризуется её способностью сохранять или улучшать параметры своего состояния при различных изменениях внешней среды в течение достаточно продолжительного периода времени. Устойчивость в значительной степени связана с *темпами развития* системы, которые, в свою очередь, обусловлены взаимодействием ряда параметров: скорости продуктивной активности системы, её эффективности, периодов и условий воспроизводства отдельных подсистем, ресурса существования системы и её компонентов, пр. (Возная, 2014). Упомянутые вопросы заслуживают более подробного их освещения.

**Многофакторность конвертации предпосылок в результат.** Любая *предпосылка* – не гарантия, а только *средство* для достижения определённых результатов. Для того чтобы появился результат, средство должно быть конвертировано в определённые *события*, изменяющие состояние системы. *Предпосылку* связывает с *результатом* то, что называется *результативностью* действий. А она зависит от многих факторов: направлений использования получаемых средств, эффективности используемых технологий, квалификации исполнителей, их мотивации, уровня организации процессов, общественных институтов и т.п. (Інституціоналізація, 2012).

Социально-экономическая система (в отличие, например, от экосистем) обладает рядом особенностей, отдаляющих *результаты* её функционирования от *средств* (поступления свободной энергии в систему). Для получения конкретных результатов свободная квазиэнергия (капитал) должна быть сначала капитализирована в соответствующие материализованные или информационные активы (средства производства, научно-техническую документацию, трудовые факторы определённой квалификации). После чего должна последовать их конвертация в параметры системы. Существует также вероятность краткосрочного или долгосрочного консервирования поступившей квазиэнергии в частных сбережениях граж-



дан (клады, накопления «на чёрный день», пр.) или на банковских депозитах. Но даже инвестирование квазиэнергии в конкретные проекты (материальный и человеческий капиталы) ещё не означает её автоматическую конвертацию в конечные положительные результаты. Виной тому может быть низкая, нулевая или даже отрицательная эффективность принимаемых решений.

Можно привести немало примеров, когда вместо ожидаемой социальной выгоды и доходов реализуемые проекты приносили значительный экономический, эколого-экономический и социально-экономический ущерб, которые наступали или сразу же после начала реализации проектов или после нескольких лет, приносявших первые эйфорические положительные результаты. Достаточно вспомнить осушение болот и распашку пойменных лугов в СССР, вырубку лесов в Западной Украине, спрямление русел малых рек в Украине, освоение целины, строительство каскада гидроэлектростанций на Днепре, попытки изменения направлений течения рек и многое другое.

Значительную роль в формировании эффективности освоения квазиэнергетических средств играют социально-экономические устои общества. История знает немало примеров, когда социально-экономические системы, стартовавшие с одинаковых позиций, демонстрировали вопиющую разницу результатов. Достаточно упомянуть о Южной и Северной Корее (расположенных на одном полуострове), Доминиканскую республику и Гаити (делящих один остров). Одни из названных социально-экономических систем демонстрируют высокий уровень социального и экономического развития. Другие – колоссальный уровень нищеты населения.

***Структура распределения результатов деятельности системы.*** Большую роль играет не только количество свободной энергии (квазиэнергии) в системе, но и *структура распределения результатов её освоения между отдельными компонентами* системы. Особенно это существенно для общественных систем, где важно состояние в отдельности каждой подсистемы (индивида, предприятия, территории).

Значение любого среднестатистического показателя в целом по системе так же мало говорит о её состоянии, как мало свидетельствует о состоянии здоровья больных средний по больнице показатель их температуры. Чисто теоретически, у одной половины больных температура может быть выше нормы, а у другой – ниже. При идеальном среднестатистическом показателе (36,6°C) ни один человек, пребывающий на лечении в больнице, не имеет нормальной температуры и здоровым считаться не может.

Даже вполне благополучные цифры национального дохода на душу населения, который демонстрирует страна, сами по себе никак не могут свидетельствовать о высоком уровне ее социально-экономического развития.

**Органическая структура экономики.** К сказанному следует добавить, что на состояние социально-экономической системы в значительной степени оказывает влияние органическая структура производства (экономической системы) и социальный статус населения (человеческий и социальный капиталы). В частности, большую роль играет то, за счёт чего система обеспечивает прирост квазиэнергии.

*Экономическая система*, основу которой составляет производство наукоёмкой продукции, обуславливает социальное развитие основной массы населения, повышение его образовательного уровня, рост информационных потребностей, необходимым условием чего является достаточный уровень материального благосостояния. Высокие темпы экономического роста могут быть также следствием торговли природными ресурсами, которыми располагает страна, и удачной экономической конъюнктуры на рынках сырья. При этом в самой стране может иметь место колоссальное неравенство в доходах населения. Экономическая система, основанная на торговле природными ископаемыми, формирует условия, где социальное развитие большей части населения оказывается мало востребованным.

Таким образом, внешне привлекательная картина экономического благосостояния может наблюдаться на фоне обнищания и социальной отсталости большей части населения – его низком образовательном уровне и низком качестве жизни.

**Квазиэнергетически-информационное соответствие подсистем.** Упомянутая выше проблема экономического неравенства имеет ещё одно измерение. Речь идёт о неравенстве отдельных подсистем в рамках единого целого. Отдельные подразделения производственного предприятия или региона национальной экономики должны быть одинаково богаты (прежде всего, имеется в виду уровень материального обеспечения производственных функций), хотя богаты по-разному в информационном плане (предполагается, в частности, диверсификация видов их деятельности, разделение труда, пр.).

Как это, может, звучать ни странно, но разница квазиэнергетических потенциалов между частями экономической системы создаётся не за счёт неравенства их квазиэнергетических уровней, а за счёт их информационного различия, т.е. своеобразной разницы информационных потенциалов. Чем выше информационное различие подсистем и ровнее уровень их ма-

териального благосостояния, тем большую работу они способны осуществлять, и наоборот, чем выше уровень экономического неравенства и степень унифицированности подсистем, тем ниже возможности осуществления ими работы. Вот почему для развития социально-экономических систем так важно их информационное *многообразие* (экономическое, культурное, природное) и так опасна его потеря (Кубатко, 2009).

Это вполне объяснимо. Ведь подсистемы могут обмениваться (торговать) лишь тем, чего нет друг у друга. Максимального объёма такой обмен может достигать при сопоставимых квазиэнергетических уровнях подсистем. При экономическом неравенстве попытки увеличить результаты обмена будут наталкиваться на низкую покупательную способность более «бедных» подсистем. При этом из-за неадекватности возможностей проигрывают и более богатая, и более бедная стороны. При некоммерческом обмене (в частности, на производственном предприятии) экономическое (материальное) неравенство подразделений может породить проблемы «узкого звена», когда из-за низкого технического уровня определённого подразделения (или подразделений) будет страдать процесс кооперации всего предприятия. Следствием может быть снижение объёма производства и уровня качества выпускаемой продукции.

В силу сказанного все больше экономистов и учёных других областей знаний высказывается против использования валовых экономических показателей (ВВП, ВНП, национальный доход, пр. – которые являются аналогами свободной энергии) в качестве универсальных критериев социально-экономического развития.

В качестве альтернативы предлагаются комплексы других показателей. *Индекс устойчивого развития* определяется на основе 49 индикаторов, которые оценивают уровень конкурентоспособности стран, степень экономической свободы, экономическую устойчивость, качество и безопасность жизни, уровень образования, степень социального развития и др. (Згуровский, 2007). *Индекс человеческого развития*, кроме показателя валового внутреннего продукта, учитывает также показатель продолжительности жизни и показатель образования (Хенс и др., 2007). *Индекс счастливой планеты* учитывает удовлетворённость людей жизнью, ожидаемую продолжительность жизни и показатель экономического следа (среднюю оценку площади территории планеты, необходимой для обеспечения жизни одного человека) (там же).

**Устойчивость социально-экономических систем.** Кроме показателей, характеризующих изменение *качества состояния* системы, ещё одним важным показателем является её *устойчивость* во времени. Устойчивость социально-экономического развития обусловлена характером про-

цессов воспроизводства состояния трёх базовых систем: *экономической, социальной и экологической* (рис. 14.4). Каждый из этих процессов обусловлен собственными параметрами времени: скоростью, темпом, циклом (Хвесик та ін., 2012; Веклич, 2012).



Рис. 14.4. Взаимодействие процессов воспроизводства трёх ключевых систем (экономической, социальной и экологической), обуславливающих социально-экономическое развитие

*Экономическая устойчивость* предполагает стабильность экономических показателей системы. Внешне это проявляется *не снижающимися темпами роста* показателей, отражающих квазиэнергетическое состояние системы (доход, прибыль) во времени: из года в год, от поколения к поколению. Этому препятствует ряд обстоятельств: физический и моральный износ основного капитала, кризисы перепроизводства, моральное устаревание выпускаемой продукции, рост диссипативных издержек в случае частого осуществления трансформаций (бифуркаций), деградация человеческого и социального капитала (обуславливающая снижение производительности труда, увеличение коррупционных издержек, пр.).

Все эти явления влияют на параметры времени и сами, в свою очередь, являются их следствиями. Например, быстрый физический и моральный износ основного капитала отрицательно сказывается на темпах экономического роста (часть средств система вынуждена отвлекать на амортизацию средств производства). В свою очередь, темпы экономического развития оказывают влияние на периоды износа основного капитала. И здесь накладывается несколько факторов.

Во-первых, интенсификация использования оборудования приводит к ускорению его физического износа. Во-вторых, более быстрые темпы развития обуславливают ускорение морального износа. В-третьих, дополнительный приток капитала в систему может позволить повысить качество основного капитала и поднять (там, где это целесообразно) сроки службы оборудования.

Не менее сложную картину представляют процессы взаимного воздействия других названных факторов. Все это обуславливает необходимость тщательного учёта всех возможных факторов влияния с целью оптимизации темпов развития экономической системы.

*Социальная устойчивость* предполагает относительную стабильность и безопасность жизни населения, преемственность поколений, высокое качество жизни, условия для существования стабильных семей, гарантии счастливого проживания людей в любом из периодов жизненного цикла, пр.

Интенсификация работы производственных систем, непомерное ускорение темпов социально-экономического развития, часто повторяющиеся бифуркации с различного рода большими и малыми революциями создают далёкие от идеальных условия для устойчивого развития социальной сферы жизни человека. Достаточно упомянуть о вынужденной необходимости многократно за жизнь менять профиль работы, возможные переезды на новые места жительства (не исключено, в новых природных условиях), перемены социальной среды жизни и деятельности, пр.

*Экологическая устойчивость* предполагает возможность воспроизводства количественных и качественных характеристик локальных экосистем и биосферы в целом за счёт их воспроизводственного потенциала.

Экосистемы, как гигантские реакторы производят возобновимые природные ресурсы и воспроизводят нарушенное человеком качество компонентов природной среды: атмосферы, воды, почвы. Работая в таком режиме, природные системы обладают определёнными воспроизводственными характеристиками: необходимым набором своих компонентов, *несущей способностью* (т.е. удельной мощностью или количеством работы, которую они способны проделывать в единицу времени). Эти характеристики отражают оптимальный режим работы «природного реактора», в частности, необходимый период времени, за который может быть проделана единица работы (произведена единица природных ресурсов или очищен удельный объём природного компонента). Усиление экологической нагрузки на экосистемы ведёт к двум негативным последствиям: во-первых, попадающие в природу загрязнения будут оставаться неочищенными; а во-вторых, будут разрушаться сами экосистемы.

*Сильная и слабая устойчивость.* Экономическую и социальную устойчивость развития систем принято называть *слабой устойчивостью*. Такое определение обусловлено тем, что подобный тип развития социального-экономической системы не учитывает изменения состояния природной системы, являющейся подосновой процессов метаболизма в обществе (Перелет, 2007). Развитие же, гарантирующее не ухудшающееся состояние всех трёх систем (включая природную) называют *сильной устойчивостью*.

Именно она обеспечивает *сестейновое развитие* человечества, определение которого было сформулировано международной комиссией и принято на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году: «Сестейновое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения, не ставя под угрозу возможность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» (Parson et al, 1992; Report, 1987).

Тематика сестейнового (устойчивого) развития нашла отражение в серии публикаций: Акимова, 2009; Аткиссон, 2012; Бобылёв и др., 2011; Социально-экономический, 2007. На этом мы остановимся подробнее в следующих разделах.

## 14.5 Индустриальный метаболизм и процессы социально-экономического развития

Принято считать, что одной из опасностей, которая может угрожать системе, является её застой, т.е. отсутствие в системе изменений. Это действительно так, но лишь отчасти (точнее, это верно только при определённых условиях). Дело в том, что отсутствие изменений превращается в угрозу для существования системы лишь в условиях конкурентной борьбы за источники свободной энергии в среде. В подобной ситуации именно инновации становятся инструментом в борьбе за успех. И плохо, если этим инструментом начинают лучше пользоваться конкуренты.

Если же кормовая база является условно неограниченной, то *консервацию метаболизма* (т.е. минимизацию внесения изменений в его параметры), а, следовательно, и блокирование процессов развития системы можно рассматривать как вполне разумную стратегию поведения, хранящую покой и благополучие системы. Именно такую стратегию, например, выбрали для себя муравьи и термиты. Подобные же цели становило перед собой и руководство Советского Союза в пресловутые «застойные годы» с их высокими ценами на нефть и обилием этого ресурса в стране. Не случайно, тогда любимой поговоркой Л. И. Брежнева была фраза: «Не надо

раскачивать лодку» (что в то время однозначно понималось как: «не нужно никаких изменений»).

Подобная модель проведения вполне объяснима: «от добра добра не ищут», ибо «лучшее враг – хорошего». Очень точно данную ситуацию иллюстрируют слова известной детской песенки о Чунге-Чанге: «...Наше счастье *неустанно* – жуй кокосы, ешь бананы...» Как только такая идиллия заканчивается, и появляются *ограничения* (прежде всего, кормовой базы), приходит конкурентная борьба. Причём, эта борьба может приобретать и внутрисистемный характер, ведь обычно разворачивается как на внешне-системном уровне, так и в самой социально-экономической системе.

Сладкий анабиозный покой из защитного средства неотвратимо превращается в реальную опасность, несущую системе постепенное отставание от конкурентов (в том числе, на внешнесистемном уровне) и роль аутсайдера, а с ней и энергетический (квазиэнергетический) голод, болезни, разрушения и деградацию. Чем раньше система сможет почувствовать признаки назревающей необходимости изменения ситуации, тем больше у неё шансов своевременно в нужном направлении трансформировать параметры своего метаболизма.

Развиваться система может не иначе, как внося изменения в свой метаболизм. Трансформация метаболизма, как правило, является для системы чрезвычайно болезненным процессом, требующим значительных затрат энергии и работы.

Метаболизм закреплён памятью системы. Её материальными носителями являются компоненты (подсистемы), обеспечивающие функции метаболизма. Но и сам метаболизм является инструментом реализации памяти, обуславливая (формируя) упомянутые функции.

Изменение метаболизма требует решения, как минимум, двух важнейших информационных задач. Во-первых, система должна *«забыть»* параметры старого гомеостаза. Это значит, она должна устранить соответствующие функции и реализующие их материальные компоненты системы. Во-вторых, необходимо *зафиксировать* («запомнить») параметры нового метаболизма (в т. ч. сформировать новые или трансформировать существовавшие ранее материальные компоненты, приспособленные для выполнения новых функций).

Выше мы уже отмечали, что материально-информационные потоки формируют структуру системы, а та, в свою очередь, обуславливает характеристики потоков. В своё время был сформулирован принцип Короленка-Кюри: *структура объекта (системы) соответствует структуре среды и наоборот* (Шевцов, 2005). Этому есть простое объяснение. Если в среду

поместить систему и через среду пропустить материально-информационный поток, то система будет адаптироваться к потоку, перестраивая себя. Одновременно она будет влиять на параметры самого потока, переформируя его под себя. Аналогично, если рядом существуют, взаимодействуя, две системы одного уровня, они неизбежно влияют (хотя и по-разному) друг на друга.

Если речь идёт о *социально-экономической системе*, то можно сказать, что решение указанных задач по трансформации метаболизма, как правило, сопряжено с возникновением целого ряда сложных экономических, социальных и экологических проблем. В частности, любая реструктуризация экономики означает потерю рабочих мест в одной отрасли и создание новых рабочих мест в другой.

Чаще всего, ликвидируемые и создаваемые рабочие места разделены в пространстве и размещаются на разных территориях. Следовательно, измениться должны не только сами производственные сферы, но и инфраструктуры тех поселений, которые обслуживают эти производства. Это значит, что одни населённые пункты начинают приходить в упадок, а другие (возможно, за сотни километров от первых) – получают импульс к своему развитию. Сворачивание каких-либо производств автоматически означает «угасание» секторов экономики, обслуживающих как сами производства, так и людей, которые в них работают (т. е. работников сельского хозяйства, транспорта, сферы услуг, образования, медицины, шоу-бизнеса, пр.). Ещё недавно процветавшие территории начинают испытывать бюджетное голодание и «болеть» целым спектром различных социальных болезней (включая болезни людей в самом полном смысле этого слова).

Значительное количество проблем возникает в связи с вынужденным переселением семей на новые территории и адаптацией людей к новым природным условиям и новой социальной среде обитания (учёба в новых учебных заведениях, новые знакомые, новые социальные проблемы).

Не менее сложной является проблема освоения новых производств. Кроме значительных инвестиций в производственные мощности необходимо нести существенные издержки на обучение и переобучение персонала, формирование производственной, социальной и экологической инфраструктур, формирование законодательного обеспечения нового бизнеса. Примерами конкретных трансформаций индустриального метаболизма и связанной с этим реструктуризацией экономики изобилует современная история США.

Даже простая смена технологий при сохранении традиционных производств сопряжена со значительными социально-экономическими сдвигами (а соответственно, и перераспределением ресурсоденежных потоков). В наши дни индустриализация сельскохозяйственного производства с её ко-



лоссальным ростом производительности труда оставляет «не у дел» практически всё сельское население, необходимое для обслуживания ещё недавно столь трудоёмкого производства. Это, в частности, грозит «сместиться» с современной карты Украины большинство сёл с их социальной инфраструктурой (школами, клубами, медицинскими пунктами), а главное с населением, которое является носителем определённой культуры. Большинство его неизбежно вынужденно будет сменить условия жизни и деятельности.

Избавление даже от «грязных» денежных потоков (например, связанных с коррупционными схемами, торговлей спиртным, наркотиками, табаком, контрабандой, «теневой» и «серой» продукцией, пр.) сопровождается возникновением «болезненных» социально-экономических проблем. Обладатели этих денег должны их куда-то тратить, и они их тратят, приобретая недвижимость, покупая товары, пользуясь различными видами услуг. Изначально «грязные» деньги (замешанные на несчастьях, болезнях, страданиях и крови многих людей), включаясь в процессы индустриального метаболизма, становятся источником функционирования вполне здоровых секторов экономики (строительства, проектных разработок, сферы услуг, образования, здравоохранения, пр.). Честно работающие там люди обычно даже и не догадываются о происхождении львиной доли средств, благодаря которым они имеют работу, а члены их семей – нормальные жилищные условия, добротное медобслуживание, возможность получения качественного образования и здорового проведения досуга.

В случае блокирования потоков «грязных» денег невозможно быстро нейтрализовать связанные с этим негативные социальные последствия (для реабилитации страдающих от «грязного» бизнеса людей должно пройти время). Зато секторы экономики, обслуживавшие обладателей «грязных» денег, наступление плохих времён «ощущают» довольно быстро. Заказы на их продукцию и услуги стремительно сокращаются, доходы катастрофически тают, сотни людей вынуждены терять работу, в их семьи приходят тоска и уныние. Наступает самый тяжёлый период для социально-экономической системы, когда для одной массы людей ещё не пришло облегчение, а для другой – уже наступило существенное ухудшение условий жизни. Эта своеобразная «ломка» социально-экономической системы продолжается до тех пор, пока не будет завершена реструктуризация экономики и потоки индустриального метаболизма не «пробьют ручейки» по другим направлениям. Иными словами, пока производства не освоят выпуск новой продукции, люди не получают работу и не приобретут новые навыки производительного труда, потребители не начнут тратить заработанные средства на новые виды товаров, а вышедшие на высоко rentабельный уровень производства не станут платить налоги в государственный и местный бюджеты.

Изменение метаболизма системы может произойти только через изменение его *информационной* и *синергетической* основ. Первая – обеспечивает изменение информационного алгоритма циркулирования метаболических потоков, а вторая – их пространственно-временную реализацию через системные связи.

В обычном режиме функционирование системы обеспечивается напряжённой работой всех её элементов (подсистем). Каждый из них выполняет свои собственные функции для поступления в систему свободной энергии.

**Информационно-синергетические предпосылки прогрессивного развития.** Для того, чтобы система развивалась прогрессивно и в ней бы накапливалась свободная энергия, система должна совершенствовать свою информационную и синергетическую основы. В этом случае *повышается эффективность* осуществления процессов метаболизма (обработки материально-энергетических потоков), а также реализации внутренних и внешнесистемных связей. В итоге, сокращаются удельные издержки осуществления отдельных операций на единицу вовлекаемой в систему *свободной энергии*.

Подобные прогрессивные преобразования системы достигаются за счёт трансформации её информационной и синергетической основ в направлении улучшения их качественных характеристик и усложнения системы. Даже в том случае, если ради повышения эффективности упрощается технологический алгоритм обработки метаболических потоков, это упрощение носит относительный характер, так как происходит по формуле: *упрощение материального за счёт усложнения информационно-синергетического*. Соответственно, происходит информационное усложнение и самого метаболизма. Иного быть не может.

Этот вывод можно проиллюстрировать на известной поговорке: «любишь кататься – люби и саночки возить». Кому не знакомо это утомительное восхождение с санками или с лыжами на гору ради нескольких мгновений стремительного, полного волнений спуска вниз. Для отдельного индивида процесс подъёма на гору может быть многократно *упрощён*. Но это может быть достигнуто лишь ценой *усложнения* всей системы подъёма, например, через сооружение специального подъёмника.

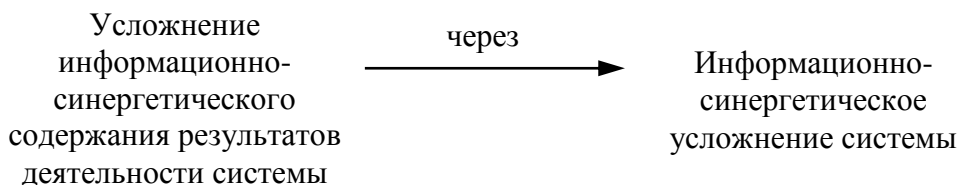
Может быть также значительно упрощено (в смысле, облегчено) управление транспортным средством. Однако это упрощение обеспечивается за счёт применения сложной системы, интегрирующей компьютер и технические механизмы.

Ещё раз подчеркнём, что *прогрессивное развитие* системы может происходить не иначе, как через информационно-синергетическое *усложнение*

системы (повышение количества и качества содержащейся в ней информации).

Магистральным направлением прогрессивного развития системы является *дематериализация* ее метаболических потоков. Это значит, что всё большее количество своих функций система будет выполнять, затрачивая все меньше материальных и энергетических ресурсов (которые являются аналогами той же свободной энергии). Для экономической системы данное условие предполагает, что достижение её экономических, социальных и экологических результатов будет достигаться с меньшими затратами материальных, трудовых и финансовых ресурсов (на единицу условного результата). В частности, может снижаться материалоёмкость, энергоёмкость и трудоёмкость (в смысле, удельных затрат физического труда) продукции, а вместо этого – повышаться информационная ёмкость (например, наукоёмкость) продукции.

Таким образом, качество развития системы (т.е. степень прогрессивности её изменений) отражается как на самой системе, так и на результатах её деятельности: информационно усложняется и система, и её результаты. Следовательно, можно вывести своеобразную формулу прогрессивного развития:



На уровне предприятия это означает, что освоить новый, более сложный вид продукции оно сможет, лишь подняв сложность своего собственного производства. Например, чтобы выпускать автомобили-беспилотники, не только обладающие более совершенной конструкцией (*информационным алгоритмом* функционирования), но и способные самостоятельно ориентироваться в пространстве населённого пункта посредством навигационной системы (высокого уровня *синергетической основы*), предприятие должно выйти на более сложные технологии и повысить качество внутривозрастных и внешнехозяйственных связей.

На уровне индивида информационное усложнение выражается в его физическом и личностном совершенствовании. В итоге, он будет выполнять все более сложные виды деятельности. Одним из критериев этого является тот факт, что все меньшее число людей будет в состоянии их повторить. Достаточно вспомнить творческие результаты деятельности мастеров искусства (музыки, живописи, литературы) и спорта.

Следует отметить очень важный факт: совершенствование системы достигается ценой её *напряжённой* внутренней работы. От человека это требует затрат физического и умственного труда, длительных тренировок. От экономической системы – модернизации материальной базы, совершенствования конструкторской и технологической подготовки, обучения персонала и т.п.

Результат совершенствования системы закрепляется в её *метаболизме*. Для человека это означает, что ему удаётся изменить и закрепить в памяти организма новые биохимические параметры обменных процессов, обеспечивающих его творческую деятельность. В нужное время в нужных пропорциях в его мозгу и мышцах будут происходить необходимые реакции с нужной скоростью. Подчеркнём, что это мучительный, но верный путь творческого самосовершенствования человека.

По-своему похожие процессы происходят при совершенствовании *экономических систем*, достигаемом через напряжённую работу их коллективов. Результатом является переживаемый этими системами экономический и социальный успех.

**Результаты квазинаркотических изменений.** Существует, между тем, и другой путь достижения системой результатов, которые до поры, до времени могут расцениваться ею и окружающими как проявление успеха. Внешне подобные процессы трансформации системы бывает очень трудно отличить (особенно на первых порах) от описанной ранее напряжённой работы по совершенствованию системы. Система начинает демонстрировать очень высокие показатели своей деятельности. Человек радуется себе и окружающих высокой работоспособностью и творческими успехами. Предприятие или страна показывает высокие темпы экономического роста.

Между тем, этот успех является лишь кажущимся проявлением благополучия системы и видимостью успешных итогов её напряжённой деятельности. По большому счёту, успехом он может быть назван только с приставкой «квази-» (что означает *мнимый, ненастоящий*). На поверку он оказывается очень опасной ловушкой, западнёй для системы. Выбраться из неё оказываться очень трудно (а порой и просто невозможно). Причина этого кроется в самой природе такого квазиуспеха.

Дело – вот в чём. Наличие *свободной энергии* является необходимой предпосылкой функционирования и развития любой системы. Отметим при этом два очень важных обстоятельства. *Первое:* обычно поступление свободной энергии в систему является результатом её *напряжённой метаболической деятельности*. *Второе:* дополнительная свободная энергия является лишь средством (своеобразным трамплином) дальнейшего *информационного и синергетического совершенствования* системы.

Сказанное существенно отличается от обстоятельств возникновения квазиуспешных результатов. Их исходным моментом является то, что в систему прямо или косвенно начинает поступать в значительных количествах *свободная энергия* при минимальных затратах самой системы.

Если речь идёт об *экономической системе*, то подобные вливания свободной энергии могут быть обусловлены очень дешёвыми источниками исходных ресурсов: сырья, полуфабрикатов, готовой к реализации (или близкой к этому) продукции. Эти предметы труда, которые прямо или косвенно являются источниками получения дохода (свободной энергии), начинают поступать в систему, минуя в прошлом «трудовой» (а значит, затратный) путь получения. Ещё одной формой получения дешёвой свободной квазиэнергии является импорт квалифицированной рабочей силы (в частности, «мозгов»).

На первых порах система испытывает состояние подъёма от появившейся дополнительной *свободной энергии*, которая достаётся ей с минимальным напряжением. Однако очень скоро ей приходится за это очень дорого заплатить. Ценой является разрушение структуры самой системы. Дело в том, что те подсистемы, которые ранее напряжённо работали в цепочке метаболизма, теперь оказываются невостребованными. Они начинают стремительно «вымываться» из структуры системы как ненужные ей либо же максимально сокращаются и упрощаются, начиная выполнять новые, упрощённые или второстепенные функции. В любом случае это делает их неспособными вернуться к функциям, которые они выполняли ранее.

И если источники облегчённого поступления в систему свободной энергии иссякают, система начинает испытывать ухудшение своего состояния (своеобразную «ломку»). То, что ещё недавно приносило системе и её элементам колоссальное облегчение в работе и поставляло в систему дармовые энергосодержащие вещества или позволяло значительно экономить на выполнении энергоёмких прежде функций, оказывается, оборачивается «троянским конём», вызывая деградацию системы и разрушая её элементы.

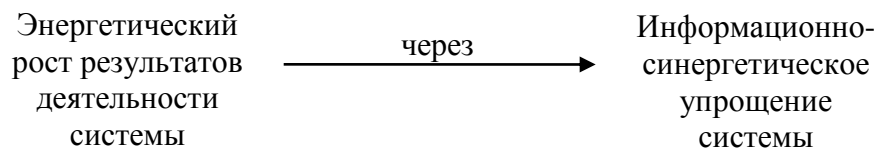
На уровне организма роль подобных «троянских коней» выполняют наркотические или квазинаркотические вещества (алкоголь, никотин, допинг, пищевые добавки). Они включаются в процессы метаболизма и начинают вытеснять оттуда традиционные вещества, которые, находясь там в микроскопических (гомеопатических) дозах, регулируют различные функции организма, в том числе, и его эмоциональное состояние.

В *экономических системах* роль квазинаркотиков могут выполнять источники природных ресурсов (особенно в периоды подъёма цен на них). Они тем разрушительнее действуют на экономику страны, чем в меньшей

степени ресурсы подвергаются переработке перед их непосредственной продажей на экспорт. Не случайно, изобилие в стране источников природных ресурсов нередко называют «ресурсным проклятием». Своеобразным квазинаркотиком также является возможность сверхвыгодной реализации своей продукции (изделий, услуг, функций).

Роль своеобразного наркотика для экономической системы, таким образом, может играть её монопольное положение на рынке, позволяющее получать сверхприбыли с минимальными затратами. Ещё одной формой квазинаркотического состояния экономической системы может служить близость к распределению денежных потоков (например, бюджетных средств), позволяющая получать коррупционные доходы. На деловом сленге в странах постсоветского пространства это получило название «сесть на источник».

**Квазинаркотическая деградация системы.** Ситуация квазинаркотического (или наркотического в буквальном смысле) успеха системы принципиально отличается от успеха, обусловленного её прогрессивным развитием. Это различие заключается в том, что квазинаркотический успех сопровождается не усложнением, а упрощением информационной структуры системы, её связей и соответственно метаболизма. Подобная ситуация может быть выражена схемой:



Таким образом, квазинаркотический успех системы сопровождается процессами её деградации (информационного упрощения) и разрушения.

Из сделанного вывода существует очень важное следствие. В случае *прогрессивного развития* система легко может вернуться в исходное состояние, которое по выполняемым системой функциям является для неё более лёгким. Приобретённая в ходе развития системы её *информационно-синергетическая сложность* оказывается для прежнего состояния уже как бы избыточной. Она служит для системы в качестве своеобразной «подушки безопасности». С более простой работой система легко может справиться.

Иная ситуация складывается в случае *квазинаркотических трансформаций*. Каждое последующее состояние системы оказывается менее сложным, чем предыдущее. Системе приходится возвращаться к более сложным функциям, навыки выполнения которых она уже утратила. Но глав-

ное, система утрачивает необходимую для этого, материальную основу, теряя соответствующие функциональные элементы или трансформируя их до «усечённого» вида.

Например, из структуры экономики страны, «подсевшей на природно-ресурсную (нефтяную, газовую и т.п.) иглу» и наращивающей экспорт «сырых» ресурсов, начинают стремительно «вымываться» секторы со сложными производственными циклами (базовое машиностроение, приборостроение, пр.).

Ситуация усугубляется тем, что системе приходится преодолевать воздействие *тенденции* происходящих процессов. Оно проявляется в том, что система постоянно находится в ожидании новых облегчённых (с точки зрения затрат на их получение) порций *свободной энергии*, а поэтому обещающих облегчить состояние и упростить структуру системы.

Таким образом, система как бы по инерции продолжает *упрощать* свою информационную структуру и тогда, когда поступление низкочастотной свободной энергии в систему уже прекратилось. Этим, в частности, объясняется то, что наркоманам постоянно требуется увеличивать дозу принимаемых наркотиков, а использующим стимуляторы спортсменам даже для повторения показанных ранее результатов необходимо наращивать количество используемого допинга.

Нечто похожее происходит и с экономическими системами. Прогрессивно развивающиеся системы могут некоторое время продолжать совершенствоваться по инерции даже после того, как уже нет для этого достаточных предпосылок. Экономические системы, испытывающие на себе квазинаркотическое воздействие, могут продолжать деградировать по инерции и после того, как оно уже снято.

«Ломка» возврата к жизни без наркотиков (квазинаркотиков) оказывается очень болезненной. Система «отвыкает» от напряжённой деятельности по добыче свободной энергии. Теряются навыки выполнения соответствующих функций, а часто утрачиваются и сами подсистемы, способные это делать. Для биологического организма подобные изменения могут носить необратимый, т.е. фатальный характер. За миллионы лет эволюции природа так спроектировала биологические организмы, что их органы в принципе не способны перестроиться на выполнение иных функций при существенно отличающемся своими параметрами метаболизме. Они могут лучше или хуже выполнять присущие им функции либо не выполнять их вообще.

В отличие от биологических организмов *экономические системы* являются более гибкими. Они в принципе способны изменять свои функции

и функции своих подсистем, хотя подобная перестройка требует больших энергетических (квазиэнергетических) затрат. В частности, национальная экономика может последовательно изменять структуру своих секторов, производя реструктуризацию. Предприятия также могут изменять цели и виды деятельности, трансформируя функции и содержание своих подразделений (цехов). Экономические субъекты являются относительно автономными организмами со своими собственными системами жизнеобеспечения (логистики, производства, маркетинга, реализации). Это позволяет им противодействовать разрушительному воздействию квазинаркотиков, например, организовывая параллельно высокотехнологические виды производства.

При правильной постановке вопроса дополнительно получаемая экономической системой *свободная энергия* может быть использована для модернизации и налаживания направлений деятельности, которые бы обеспечивали прогрессивное развитие (ИТ, нано- и биотехнологии, коммуникационные средства, пр.). Ещё одним направлением, защищающим экономическую систему от деградации, является углубление степени переработки добываемых ею природных ресурсов с получением на выходе сложных видов продукции. Однако для этого руководящее звено, определяющее развитие данных экономических систем, должно демонстрировать мудрость, волю и способность реализовывать намеченные планы. Впрочем, и сама управляющая система является продуктом общественных институтов (традиций, нравственных устоев, убеждений и знаний людей), в рамках которых функционирует данная социально-экономическая система.

Для экономических систем опасность представляет не сама приходящая на предприятие *свободная энергия* (пусть даже и достающаяся малой ценой), а *неумение* людей ею правильно распоряжаться. Здесь многое зависит от человеческого капитала, составляющего основу экономических систем. Выгодные кредиты могут стать импульсом к развитию предприятия или страны, а могут превратиться в первый шаг квазинаркотической деградации систем на пути нахлебничества и непродуктивного проедания ресурсов.

Метаболизм является и причиной, и следствием любых изменений происходящих в системе. Квазинаркотическая трансформация системы – это не абсолютное, но условное понятие. Поступление в систему свободной энергии в любом количестве и при любых затратах системы само по себе не является ни разрушающим, ни стимулирующим развитием системы фактором. Оно становится тем или иным только во взаимодействии с человеческим капиталом, формирующим систему.

Например, открытие на территории страны месторождений полезных ископаемых (нефти, газа, черных и цветных металлов, алмазов) может со-



здать предпосылки для научно-технического взлёта страны и прогрессивного социально-экономического развития её народа, а может отбросить страну на позиции сырьевого придатка для развитых стран. На современной карте мира много примеров и того, и иного рода. Решающим в этом являются институты общества, формирующие убеждения, знания, навыки, нравственные устои людей. Именно они, в конечном счёте, определяют направления использования поступающей в систему свободной квазиэнергии.

## ГЛАВА 15. ФОРМИРОВАНИЕ ПРИРОДНО-ОБЩЕСТВЕННОГО АНТИЭНТРОПИЙНОГО ПОТЕНЦИАЛА

### 15.1. Эволюция антиэнтропийного потенциала планеты

Формирование системных механизмов производства отрицательной энтропии (упорядочения систем) прошло длинный эволюционный путь. В ходе эволюции природы происходило многоэтапное повышение уровня триалектического статуса сначала природных, а затем также и общественных систем.

С появлением микроорганизмов и растений Природа «осуществила» три качественных инновации в организации энергетической, информационной и синергетической составляющих своих систем. При этом растения стали выполнять роль реактора, трансформирующего солнечную энергию в энергосодержащие вещества, а микроорганизмы – функции консерватора и восстановителя, а также связующего звена между различными биологическими организмами. Благодаря новому *информационному принципу – реакции фотосинтеза* – растения смогли конвертировать в углеродосодержащие вещества и накапливать на планете энергию солнечного излучения. Фактически можно говорить о возникновении на Земле гигантского *энергетического аккумулятора*. Придет время, и его роль человечество оценит по достоинству. Это случится, когда будут изобретены различные термодинамические машины, и станут востребованы ископаемые энергоносители (в первую очередь, уголь, нефть, газ).

Однако не менее значимым событием является достижение нового качества *синергетической основы*. Это связано с возникновением первых *биоценозов*, увязавших различные биологические организмы в единые экосистемы. Отныне взаимодействие различных биологических видов и отдельных организмов стало осуществляться на системной основе. Различные виды растений оказались информационно и синергетически увязанными в единые замкнутые системы, где отходы одного вида становятся ресурсами для существования другого. Результаты деятельности отдельных биологических организмов усиливались многократно.

Таким образом, можно говорить о формировании первичного системного механизма, некоего целостного *природного потенциала* по воспроизводству в пространстве и времени триалектической основы для производства «отрицательной энтропии» в живой природе и упорядочения её открытых стационарных систем (организмов). Сокращённо он может также быть назван *антиэнтропийным потенциалом*. Подключение к нему любого из биологических организмов даёт ему возможность значительно повысить эффективность (снизить удельные издержки) своего функционирования (выживания). Накапливалась свободная энергия, и тем самым создавались предпосылки для развития природных систем. Ценой за это

было выполнение каждым биологическим видом узких экосистемных функций в рамках своей экологической ниши. Следствием указанных процессов стало резкое ускорение эволюционных процессов на планете.

Чрезвычайно важным достижением в указанном системном механизме является *диверсификация* направлений и форм антиэнтропийного производства. Каждый биологический вид и даже каждый организм (растение, микроорганизм) может использовать свои собственные формы триалектического инструментария воспроизводства своей упорядоченности (в частности, виды веществ, поддерживающих его метаболизм, собственную информационную систему организации, виды коммуникационных связей и пр.). Получается, что все биологические организмы пользуются единым антиэнтропийным потенциалом, но каждый из них – находит в нём своё.

Появление *животных* принесло значительное усложнение и увеличение многообразия состава экосистем. Резко увеличились темпы протекающих процессов. В белковых соединениях, из которых состоят организмы животных, значительно выше энергетическая ёмкость веществ. Она позволяет существенно повысить мобильность организмов. Благодаря этому качественно изменяется динамика и состояние экосистем. Во-первых, резко вырастают темпы обменных процессов, а, во-вторых, существенно увеличивается многообразие экосистем и возрастают масштабы формируемых экосистем. В конечном счёте отдельные экосистемы объединяются в единую всепланетную систему антиэнтропийного производства – биосферу.

После того, как человек перестал быть только биологическим существом и постепенно всё больше вбирал в себя информационно-синергетические качества социальной личности, круг его потребностей стал стремительно расширяться. *Антиэнтропийный потенциал экосистем* перестал удовлетворять растущую необходимость воспроизводства человека и как биологического организма, и как социальной (личностной) сущности. С развитием производства к двум упомянутым сущностям человека добавилась ещё одна – трудовая, обеспечивающая воспроизводство его необходимых свойств для участия в производстве и экономических отношениях.

Напомним, что любые воспроизводственные процессы предполагают неотъемлемую необходимость в постоянном осуществлении антиэнтропийной деятельности. Это означает (согласно терминологии Э. Шредингера) производство «отрицательной энтропии», или опережающее упорядочение системы на фоне постоянного производства энтропии в системе, т.е. её разупорядочения (разрушения).

Таковыми антиэнтропийными по сути и являются виды деятельности, направленные на поддержание метаболизма внутри организма, обеспечение оптимальных для жизни человека условий его обитания (например, температурного режима, влажности, нормального состава воздуха), воспроизводство личностных качеств человека (его знаний, навыков, мировоз-

зрения, способности к творческой активности, пр.), воспроизводство и модернизация производственных активов. Хотя каждый из них в свою очередь неизбежно также обуславливает производство энтропии.

Создание условий для реализации всех этих функций человек постепенно стал брать в свои руки, прикладывая труд там, где не могла или не успевала управляться Природа. С простейших процессов обмена производёнными продуктами стала формироваться общественная экономическая система, в которой пара: «производство-потребление» – заняла ведущие позиции. На место стихийных обменных процессов приходили системные товарно-товарные, а затем и товарно-денежные отношения. Возникая на определённых территориях (в частности, в городах или между поселениями), эти первичные экономические системы служили людям тем же целям, которым экосистемы служили живым организмам. Они позволяли объединить усилия отдельных индивидуумов, направленные на преодоление их растущей энтропии. Для людей это означало реализацию процессов опережающего упорядочения их триалектической сущности (т.е. триединства физического, личностного и трудового начал) посредством удовлетворения их растущих потребностей.

С развитием рыночных отношений локальные экономические системы стали трансформироваться в более масштабные образования – *макроэкономики*, в рамках которых через товарно-денежные потоки стало происходить взаимодействие между отдельными экономическими субъектами. Это во-многом напоминает процессы экосистемного обмена между отдельными биологическими видами. Вокруг экономических систем, создаваемых трудом людей и отношениями между ними, и стали *формироваться общественные антиэнтропийные потенциалы* по аналогии с антиэнтропийными потенциалами экосистем.

## **15.2. Экономическая система как компонент антиэнтропийного потенциала**

Взаимодействие экономической системы и внешней среды носит сложный многоуровневый характер. В указанном процессе экономика выступает в качестве подсистемы единого социально-природного комплекса. Причём на данном этапе развития человеческой цивилизации данная подсистема все больше начинает определять характер процессов воспроизводства всего системного целого. Схематически основные виды связей в этом взаимодействии показаны на рис. 15.1. Они могут быть охарактеризованы следующим образом.

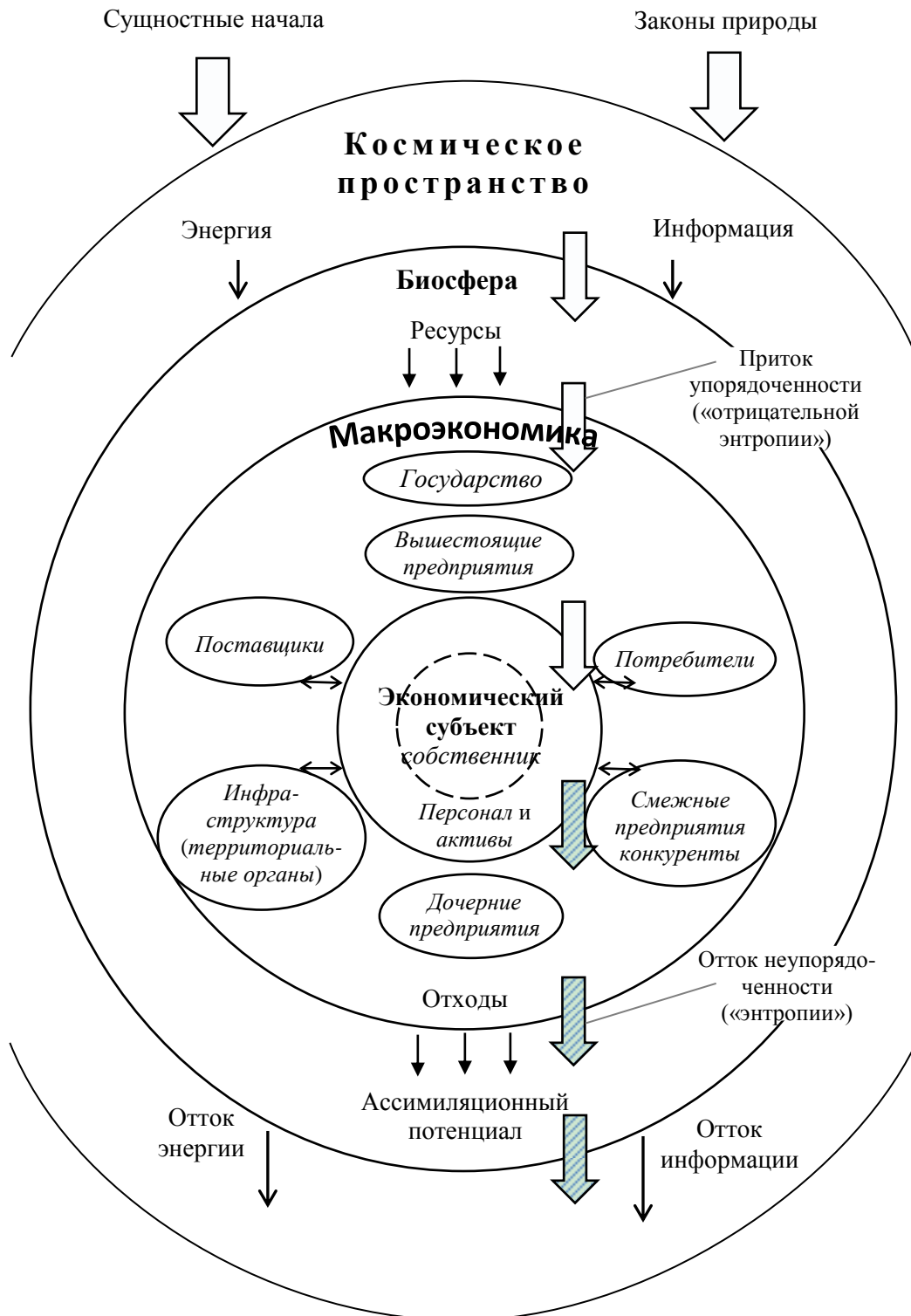


Рис. 15.1. Многоуровневая «матрешка» взаимодействия экономической системы с внешней средой

**Предприятие (экономический субъект).** Само предприятие имеет как бы внутреннюю и внешнюю оболочки. Внутреннюю – формируют отношения собственности на средства производства. Исходя из этого, внутреннее ядро предприятия составляет его собственник (который может быть и коллективным), а также принадлежащие ему виды капитала. Внешнюю оболочку предприятия составляют средства производства (в которые собственник конвертирует свой капитал) и нанятый им персонал.

Именно экономический субъект в системном единстве его материально-энергетической, информационной и синергетической составляющих, взаимодействуя с внешней средой, производит добавленную стоимость и получает доход, который является аналогом *свободной энергии*, поступающей в систему (условно может быть назван *свободной квазиэнергией*). Часть его расходуется при оплате другим субъектам, находящимся по отношению к предприятию во внешней среде, за предоставляемые производственные факторы и создание необходимых условий работы (плата за ресурсы, налоги, разные виды платежей). Оставшаяся часть дохода в форме прибыли (прибавочной стоимости) и является аналогом прироста внутренней *свободной энергии* (капитала), получаемой владельцем средств производства. По своему усмотрению он может её расходовать на развитие предприятия, в том числе, и для целей дополнительного стимулирования персонала.

Различие характера внутреннего ядра предприятия и его внешней сферы выражено даже терминологически – в названиях соответствующих издержек. Так, затраты на средства производства и трудовые факторы (в частности, на основные и оборотные средства и зарплату персоналу) относятся к разряду *внешних* издержек. Издержки же, которые фактически несёт владелец предприятия (например, упущенная выгода от неправильного принятия решений), носят название *внутренних*.

**Макроэкономика.** В масштабах *макроэкономики* внешнюю среду условного предприятия формируют поставщики ресурсов, потребители продукции, государство, территориальные органы управления, смежные предприятия, а также вышестоящие и нижестоящие предприятия. Все упомянутые субъекты создают социальные и экономические условия, в которых функционируют и развиваются предприятия и реализуются экономические отношения. В частности, формируются институты (нравственные устои в обществе, вкусы, привычки, стиль жизни людей), обуславливающие воспроизводство потребностей и спроса на различные виды товаров. Складывается конъюнктура, определяющая условия потребления исходных ресурсов (количество и качество их на рынках,

цены). Во внешней среде также закладывается законодательная основа, определяющая правила формирования экономических отношений. Здесь же рождаются инновации (научные идеи и технологии), реализуются конкурентные отношения, происходит формирование образовательного и мировоззренческого потенциала работающих, актуализируются другие, необходимые для работы предприятия институты.

Для предприятий источником квазиэнергии являются потребители. Продавая им произведённую продукцию, предприятия получают за это деньги или другие блага. И здесь возникает два вопроса. Чем является та *квазиэнергия*, которую производители (продавцы) получают от потребителей? И откуда она у тех берётся?

Ответить на первый вопрос в первом приближении можно цитатой из исторической лекции Нобелевского лауреата Э. Шредингера «Что такое жизнь?», произнесённой им ещё в 1943 г.

«Что же... составляет то драгоценное нечто, содержащееся в нашей пище, что предохраняет нас от смерти?...». Он [имеется ввиду, живой организм] может ... оставаться живым, только постоянно извлекая из окружающей его среды отрицательную энтропию» (Шредингер, 2009).

Как известно, в упомянутой лекции выдающийся ученый рассматривал процессы метаболизма в биологических объектах – живых организмах и клетках. Однако, если мы захотим применить сделанные им выводы по отношению к экономическим системам, то в приведённой цитате не придётся изменять ни единого слова. Просто, под термином *организм* мы будем понимать организм *экономических систем*, скажем, предприятия.

*Квазиэнергия*, носителем которой является капитал (деньги, или блага, обладающие на текущий момент времени достаточной ликвидностью) и которую производитель получает от потребителя служит средством (своеобразным *кодом доступа*) к антиэнтропийному потенциалу макроэкономической системы. Посредством его производители (предприятия) получают возможность избавиться от накапливающейся в них энтропии (в том числе, компенсировать эффекты износа своих производственных активов). Речь идет о воспроизводстве основных фондов, технологии, информации, рабочей силы. Данный воспроизводственный процесс как раз и можно считать аналогом производства отрицательной энтропии.

Потребитель (покупатель) зарабатывает эквивалент квазиэнергии, с которым он расстаётся в момент покупки товара, собственным трудом на предыдущей экономической фазе, где он сам выступает в качестве произ-

водителя. Именно там он, реализуя триалектическое (материально-информационно-синергетическое) единство своего производственного потенциала, создаёт новую добавленную стоимость (value added), которая обретает денежную форму после реализации произведённого товара на рынке.

### 15.3. Особенности общественного антиэнтропийного потенциала

Различие между тем, *что* извлекают из природного антиэнтропийного потенциала обычные живые организмы, и тем, *что* получает от экономических систем человек, довольно существенно. Оно настолько же велико, насколько значительно различие в потребностях человека и других представителей живой природы.

Уровень организации процессов воспроизводства человека намного сложнее. Трехединая природа его сущности (био-социо-труд) обуславливает трехединую природу соответствующих потребностей. Они необходимы для воспроизводства в едином теле человека трёх взаимосвязанных сущностей: *биологического организма, социальной личности и субъекта экономической системы*. Каждая из этих сущностей может воспроизводиться лишь при удовлетворении соответствующих потребностей (рис. 15.2, подробнее – в предыдущем разделе). Удовлетворение большинства из них возможно лишь через участие в общественной системе производства и потребления.

Участвуя в общественном производстве, люди вносят свой вклад в наращивание *общественного антиэнтропийного потенциала*, функции которого взяла на себя экономическая система. Именно она обеспечивает в обществе производство «отрицательной энтропии».

Под *общественным антиэнтропийным потенциалом* следует понимать объединённые в единую *систему* трудом людей и общественными институтами природные факторы, средства производства (материальные и нематериальные активы), коммуникации и сферу потребления продукции (изделий и услуг).

Таким образом, в качестве равноправных компонентов общественного антиэнтропийного потенциала выступают: *человеческие качества* (знания, навыки, мировоззрение, привычки, интересы), *социальные институты* (нравственные устои, традиции, экономические отношения), *природные факторы* (ресурсы и свойства среды), *производственные факторы* (технологии, оборудование, сооружения, информация, базы данных, пр.), *коммуникации* (инфраструктура, транспорт, связь), *торговые сети, система*



образования и воспитания человека, сфера духовного, творческого и физического развития человека (религия, искусство, спорт, физкультура), здравоохранение, рекреация и отдых.

В ходе продажи потребителю произведённой продукции (изделий или выполненной работы) результаты труда проходят своеобразный тест на их общественную полезность. Тест можно считать успешным, если товар продан по цене, как минимум покрывающей издержки его изготовления и реализации. После этого вклад производителя в общественный антиэнтропийный потенциал обретает форму добавленной стоимости, а производшие его люди или трудовые коллективы получают право на вознаграждение – как правило, в денежной форме.

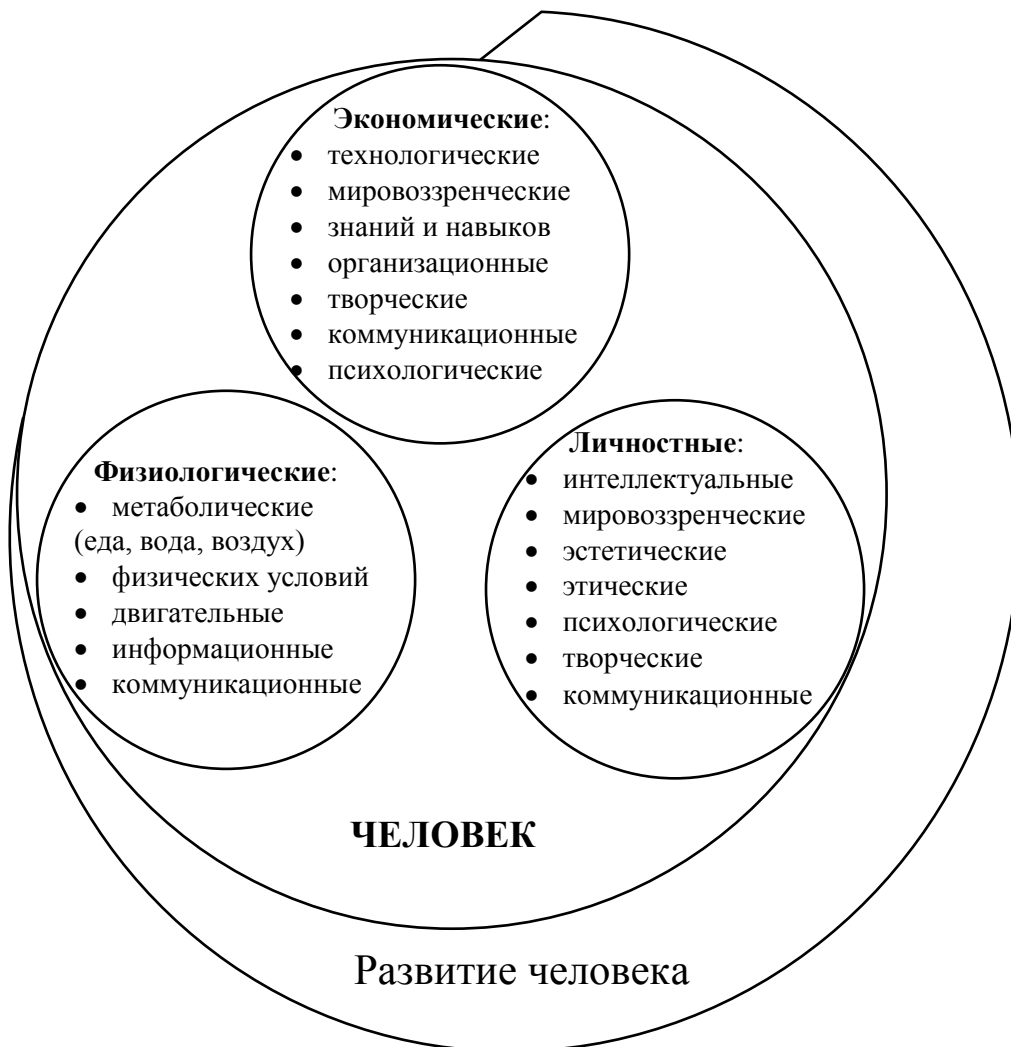


Рис. 15.2 Виды потребностей человека

В современных условиях люди обычно, реализуют свой труд в составе производственных коллективов (экономических субъектов). Причём, это происходит в условиях сложных экономических отношений. Здесь, впрочем, мы не будем касаться вопросов распределения доходов и организации заработной платы. Речь идёт лишь о базовом принципе обретения результатами труда их стоимостной оценки. Последнее же означает возможность осуществления на заработанную сумму денег приобретения и потребления товаров или иных благ.

Если говорят о несправедливом распределении, то речь идёт лишь о нарушении гипотетически справедливых индивидуальных долей в оплате труда между отдельными соисполнителями. Принцип же соответствия общей суммы результатов труда и общего фонда вознаграждения за него может при этом не нарушаться. Суммарный доход производителей будет соответствовать суммарной выгоде потребителей (той, в которую последние сами в конечном счёте оценят своим согласием её оплатить). Общая сумма вновь произведённого общественного продукта, увеличивающего размер общественного антиэнтропийного потенциала, будет представлять собой объем *добавленной стоимости*.

Получая заработанные средства, экономические субъекты (юридические и физические лица) также фактически приобретают своеобразную лицензию (код доступа) на подключение к упомянутому общественному (экономическому) антиэнтропийному потенциалу (общественному фонду по *производству «отрицательной энтропии»*). Это предполагает возможность повышения уровня упорядоченности существования (развития) данного человека (или экономического субъекта) и воспроизводства трёх упомянутых его основ. На полученную сумму средств человек может, например, по своему усмотрению приобрести продукты питания для удовлетворения своих физиологических потребностей, воспользоваться определёнными услугами для развития его личностного начала, приобрести средства производства или пройти тренинг для реализации производственных функций. Подобные цели повышения упорядоченности преследуют и юридические лица, представляющие интересы экономических субъектов (предприятий). Подключаясь к общественному антиэнтропийному потенциалу, они решают проблемы воспроизводства своего триалектического содержания (материально-энергетической основы, информационных активов, коммуникаций и связей).

При товарно-денежном обмене обе стороны, участвующие в нём, получают возможность повысить уровень своей упорядоченности. При этом для *продавца* такая возможность является более абстрактной и универсальной. Полученные от продажи товара деньги он может конвертировать в виды антиэнтропийной деятельности (потребления) по многим направлениям. Для *покупателя* подобная возможность является более конкретной

и специализированной. Приобретённый товар (изделие или услуга) позволяют удовлетворить конкретный узкий спектр его потребностей. Мы не рассматриваем те случаи, когда товар приобретается для последующей перепродажи. В этом случае увеличение триалектического статуса продаваемого товара происходит в несколько стадий (например, создаются возможности для продажи товара в более удобное для покупателя время и в более удобном месте), пока товар не найдёт своего конечного потребителя, готового заплатить цену, соответствующую его новому триалектическому статусу.

Национальные экономические антиэнтропийные потенциалы составляют основу национального богатства. Их внешней формой являются функционирующие в пределах соответствующих стран *макроэкономики*. Исходя из сказанного выше, основными видами функций макроэкономики, которая выступает в качестве *внешней среды* для экономических субъектов (предприятий), являются:

- формирование общественного (экономического) *антиэнтропийного потенциала* (системного механизма по воспроизводству «отрицательной энтропии»), направленного на повышение упорядоченности экономических субъектов (юридических и физических лиц);
- формирование *информационной системы* управления процессами производства и потребления продукции;
- формирование *синергетической среды* взаимодействия отдельных экономических субъектов;
- воспроизводство механизмов *самоорганизации* экономических субъектов и макроэкономической системы в целом.

Теперь мы можем дать ответ на оба вопроса, «прозвучавших» в предыдущем параграфе:

1) «чем является та *квазиэнергия*, которую производитель (продавец) получает от потребителя (покупателя)?»

2) «откуда она у того берётся?»

*Содержание квазиэнергии.* На самом деле, *покупатель*, расплачиваясь с *продавцом*, передаёт ему (а через него – частично и производителю) заработанное ранее самим покупателем своё универсальное право воспользоваться определённой частью *общественного антиэнтропийного потенциала*. Эта часть эквивалентна той сумме денег (благ), с которой расстаётся покупатель. Данное подключение к антиэнтропийному потенциалу обладателя упомянутой суммы средств способно удовлетворить часть его потребностей (по его усмотрению). Тем самым может быть снижена на соответствующую сумму средств их обладателем неупорядоченность его триединой (био-социо-трудо) сущности.

В том случае, если распорядиться полученными от продажи товара средствами будет предприятие, оно может использовать их для воспроизводства собственного триединого потенциала, включающего материально-энергетическую, информационную и синергетическую основы.

В действительности, термин «*квазиэнергия*» довольно удачно отражает содержание *того*, что передаётся от покупателя продавцу. Это *не-что* по эффекту своего проявления внешне похоже на энергию. Приставка квази – от лат. *quasi* – якобы, как будто – как раз и отражает некую похожесть, так как получаемые продавцом средства действительно способны вызвать к жизни процессы движения, изменения, развития систем. На самом же деле природа квазиэнергии *триалектична*, так как, с одной стороны, *это* (в частности, деньги) является результатом действия трёх взаимосвязанных и взаимообусловленных природных начал (материально-энергетического, информационного и синергетического), с другой, – *квазиэнергия* является исходной основой инициирования получения нового эффекта (результата) совместного действия трёх этих начал в будущем. И этот эффект также будет иметь триалектическую природу.

*Истоки квазиэнергии.* Откуда же берётся у покупателя *квазиэнергия* в форме средств, которыми он рассчитывается с продавцом? Покупатель её приобретает, сам выступая в предшествующем товарно-денежном цикле в качестве производителя и продав созданную им продукцию. При всём многообразии её видов и форм есть нечто общее в самом процессе её производства. Это общее заключается в изменении (как правило, повышении) триалектического статуса исходного предмета труда – будь то добываемые природные ресурсы, произведённые полуфабрикаты или первичная информация. Это изменение и составляет основу произведённой данным производителем *добавленной стоимости*. На её величину и увеличивается размер (ёмкость) упомянутого выше общественного (экономического) антиэнтропийного потенциала.

С развитием человеческой цивилизации происходят количественные и качественные изменения в общественном (экономическом) *антиэнтропийном потенциале*. Количественно в нём накапливаются материальные активы (здания, сооружения, коммуникации), которые могут использоваться многими поколениями. Качественные изменения связаны с трансформацией его *информационной* и *синергетической* составляющих.

Доля *информации* (научные принципы, технологии, знания, навыки) постоянно растёт. Следствием этого является постоянный рост эффективности общественного производства. В результате каждое новое поколение в производственной сфере затрачивает все меньше времени для обеспечения удовлетворения своих потребностей. Правда, заметным это явление

становится только в тех странах, в которых реально происходит информатизация производства и общественной жизни.

Изменяется и роль *синергетической составляющей*. Вследствие этого становится возможным взаимодействие все большего числа людей на планете, при затратах на это всё меньшего количества времени. Благодаря развитию компьютерных систем, Интернета и коммуникаций значительно расширяются возможности информационного контакта между жителями Земли в пространстве и во времени, в том числе, и между представителями разных поколений. В частности, современные компьютерные технологии позволяют виртуально реконструировать события, происходившие в прошлом, и моделировать варианты возможных событий в будущем. Сегодня отдельные макроэкономики мира объединяются в единую глобальную экономическую систему, как когда-то отдельные локальные производства и рынки объединялись в национальные макроэкономики. Внешней средой для макроэкономических систем является природная среда планеты.

#### 15.4. Биосферные и космические основы антиэнтропийного потенциала

**Биосфера.** Природа Земли формирует внешнюю среду для макроэкономических систем. Природная среда выполняет по отношению к макроэкономическим системам целый ряд функций, обеспечивающих воспроизводство триалектического содержания экономических систем и триединой сущности (био-социо-трудо) человека как ключевого фактора экономической системы. В числе основных функций Природы можно назвать:

- *источник первичных природных ресурсов* (возобновимых и невозобновимых);
- *ассимиляционный потенциал* для восстановления (очистки) факторов среды, нарушенных человеком;
- *генетический механизм* воспроизводства живых организмов, включая человека;
- *информационная среда* воспроизводства личностных качеств человека;
- *коммуникационная среда* для интеграции отдельных индивидуумов в системные формирования (коллективы, предприятия, территориальные и национальные сообщества).

Выдающимся советским экологом Н.Ф. Реймерсом предложена концепция интегрального ресурса, объединяющего все природные факторы

планеты в единое взаимосвязанное и взаимообусловленное системное целое.

Согласно Н.Ф. Реймерсу, под *интегральным ресурсом* следует понимать «системную совокупность всех конкретных видов природных ресурсов – вещественных, энергетических и информационных – как факторов жизни общества в сочетании с *материальными* и *трудовыми ресурсами*. Эта интеграция характеризуется тем, что качественное или количественное изменение одного из ресурсов (факторов) неизбежно ведёт к более или менее заметным переменам в количестве или качестве других ресурсов» (Реймерс, 1990). Этот *интегральный ресурс* и есть природной компонентой единого всепланетного *антиэнтропийного потенциала*.

Используя аналогию, можно сказать, что солнечная радиация и космическое излучение, которые на поверхности Земли получают человек и другие биологические виды, так же отличаются от компонентов с подобными названиями в верхних слоях атмосферы планеты, как вода из крана на кухне от воды, забираемой в водопровод из природного водоёма. Биосфера Земли выполняет функцию кондиционирования (т.е. адаптации) для существования живых организмов космических факторов, как водопроводная очистная станция доводит до гигиенических стандартов воду из рек или озёр.

Основной функцией *биосферного антиэнтропийного потенциала* (БАП) есть опережающее повышение упорядоченности системы живых организмов (производство в них «отрицательной энтропии»). Основной же функцией встроенного в биосферу *общественного антиэнтропийного потенциала* (ОАП) является повышение упорядоченности человеческого общества. Однако без биосферы этот потенциал «работать» не может. Биосфера кормит человека (производя большинство продуктов питания за счёт внутренне присущего ей механизма роста растений и животных), создаёт оптимальные физические условия обитания человека, обеспечивает ресурсами и нейтрализует (очищает) отходы его деятельности. Безусловно, в современных условиях все это происходит не напрямую, а через общественный антиэнтропийный потенциал (ОАП), т.е. систему производства и потребления продукции.

Однако, производя упорядоченность («отрицательную энтропию») в обществе, экономическая система производства и потребления продукции сама превратилась в мощный источник экодеструктивной деятельности, т.е. производства энтропии. Загрязняются компоненты природной среды (воздух, вода, почва), в пищу человека и среду его обитания попадают вредные ингредиенты, разрушается сама основа БАП – экосистемы, образующие биосферу.

Н. Георгеску-Рожен в своей книге «Закон энтропии и экономический процесс» (Georgescu-Roegen, 1971) объясняет основную суть экономической деятельности как осуществление энерго-энтропийного обмена. При этом между биосферой и глобальной экономической подсистемой происходит физический обмен: навстречу друг-другу идут два вещественно-энергетических потока. В экономическую систему поступают низкоэнтропийные вещественно-энергетические потоки из биосферы, а туда из экономической системы удаляются высокоэнтропийные потоки отходов. Таким образом, экономическая деятельность фундаментально зависит от наличия источников входной низкоэнтропийной вещественно-энергетической субстанции. Фундаментальная же роль биосферы заключается в доведении состояния своих компонентов до необходимых для социально-экономической сферы кондиций посредством снижения уровня их энтропийности.

Гипотеза Н. Георгеску-Рожен активно развивается в современных исследованиях (см. например: Hermann-Pillath, 2011; Fisk, 2011).

Все отчётливее человечество начинает осознавать жизненно важную истину: биосфера может оставаться базовым фактором деятельности ОАП только при нескольких условиях:

- если не будут разрушены основные звенья механизмов функционирования отдельных экосистем и биосферы в целом (в частности, будут сохранены генетические механизмы воспроизводства биологических организмов в биосфере, а также сбережётся биологическое многообразие планеты и ассимиляционный потенциал природы);
- если человек будет давать «на переработку» в биосферу в качестве отходов своей деятельности только те ингредиенты, которые присущи самой биосфере, и в таком виде, в каком она способна их воспринимать и перерабатывать;
- если на «биосферную переработку» ингредиенты будут поступать в таких объёмах и в таком темпе, которым соответствует несущая способность (удельная продуктивность) экосистем.

Исследования показывают, что уже десять лет назад экологическая нагрузка человечества на экосистемы Земли превышала их биопродуктивность (т.е. БАП планеты) на 20% (Хенс и др., 2007). Сегодня экодеструктивный долг общества перед биосферой ещё больше возрос. Экосистемы планеты просто не успевают обеспечивать растущие потребности экономики и общества. Это угрожает ещё большим обострением экологических проблем даже в том случае, если нагрузка на экосистемы не будет больше возрастать. Дело в том, что при подобной экодеструктивной перегрузке экосистем их воспроизводственный потенциал начинает

снижаться. Условно говоря, биосфера не только не в состоянии «перерабатывать» все объёмы отходов человеческой цивилизации, но и не успевает сама себя восстанавливать. Если же все семь миллиардов жителей Земли выберут себе американский стиль жизни и потребления, то понадобится **пять** таких планет, как Земля, для обеспечения возросших appetитов землян (Вайнцеккер и др., 2013).

Снижение упомянутого экологического долга требует определённых действий, которые бы обеспечивали (Хенс и др., 2007):

- 1) увеличение биоразнообразия путём охраны и восстановления экосистем с целью поддержания биологической продуктивности и осуществления экосистемных функций;
- 2) стабилизацию населения Земли;
- 3) сокращение объёма потребления материализованных товаров (изделий и услуг) в расчёте на душу населения;
- 4) повышение эффективности использования ресурсов, на основе которых производятся товары и оказываются услуги.

Упомянутые необходимые меры укладываются в рамки трёх экологических принципов Г. Дейли (Дейли, 2009; Дейлі, 2002):

- пределы нарушения (загрязнения) природной среды не должны превышать пределов воспроизводства её качества экосистемами планеты;
- темпы потребления возобновимых ресурсов не должны превышать темпы их воспроизводства природой;
- темпы потребления невозобновимых ресурсов не должны превышать темпов их замещения возобновимыми ресурсами.

**Космическое пространство.** *Космос* является внешней средой для природы нашей планеты. Это значит, что именно в космическом пространстве находятся: во-первых, вход в *охватываемый* (т.е. более низкий) уровень, а именно – в биосферу (составным компонентом, который является глобальная экономическая система), а, во-вторых, *выход* из этой системы. Используя условное понятие «космос», мы, на самом деле, вкладываем в него самое широкое содержание, подразумевая под этим всё то, что находится за пределами биосферы планеты.

На своём входе биосфера получает из космоса энергию и информацию, оказывающие огромное влияние на ход процессов в живом веществе. Безусловно, в первую очередь следует говорить о солнечной энергии. Однако чрезвычайно высока роль и других видов космической энергии, чаще всего называемых космическими лучами.

Достаточно, вспомнить о концепции Л. Н. Гумилева, объясняющей явление пассионарности (т.е. возбуждения) этносов Земли воздействием космических лучей (Гумилев, 1990) или о теории А. Л. Чижевского, обу-



словливающей периоды активности живых организмов колебаниями в интервалах активности космических факторов (Чижевский, 1973). Понятие *космического излучения* неразрывно связывает воедино как энергию, так и информацию. Ибо любая поступающая из космоса энергия, неизбежно несёт в себе информацию, а поступающая на Землю информация передаётся из космоса посредством либо вещества, либо энергетических излучений.

Условно к разряду *внешних* следует отнести и другие источники энергии на планете, в частности, земной магнетизм, приливную энергию, энергию атомного распада, термоядерную энергию, энергию химических реакций. Все они существовали на Земле до зарождения на ней жизни, т.е. обусловлены внешними по отношению к биосфере факторами.

Существует ещё одна группа *внешних* для биосферы факторов, которая условно может быть объединена под названием *трансцендентных сил* (факторов). Понятие трансцендентный (от лат. *transcendens* – выходящий за пределы) обозначает такие аспекты бытия, которые выходят за пределы эмпирического познания мира. В отличие от имманентных причин и действий, которые имеют место в самих объектах, трансцендентные – находятся за пределами их наличного бытия (Философский, 1983).

В числе таких трансцендентных факторов следует назвать *физические законы*, в рамках которых существует природа планеты, и *сущностные начала*, обуславливающие действие триалектического механизма формирования и развития открытых стационарных систем. Именно он обуславливает явления самоорганизации природных систем и опережающего их упорядочения (производства «отрицательной энтропии»), позволяющие преодолевать процессы саморазрушения природы, описываемые вторым началом термодинамики.

### **15.5. Триалектика интегрального антиэнтропийного потенциала планеты**

Обобщая сказанное, можно констатировать, что биосфера Земли с развившейся в её лоне социально-экономической системой представляет собой единый *многоступенчатый антиэнтропийный потенциал* опережающего упорядочения Природы (производства «отрицательной энтропии»). При этом каждая из ступеней: биосфера, социально-экономическая система, экономический субъект (которые представляют собой открытые стационарные системы) импортирует из внешней среды *упорядоченность* («отрицательную энтропию») и экспортирует туда *неупорядоченность* (энтропию).

Для того, чтобы вести предметный разговор, напомним, что *упорядоченность* – это наличие условий для устойчивых, направленных изменений. Упорядоченность предполагает три основных характеристики состояния системы:

- 1) наличие в ней *энергетического потенциала*;
- 2) *информационную организацию*, обеспечивающую направленность реализации энергетического потенциала системы;
- 3) *синергетическую интеграцию* отдельных частей системы в единое системное целое.

Соответственно, *разупорядочением* системы следует считать утрату ею упомянутых характеристик.

Для повышения уровня упорядоченности и предотвращения наращивания энтропии система может извлекать (импортировать) из среды не только энергию, но и *информацию*. Например, люди могут «подсмотреть» у Природы какие-нибудь принципы (ноу-хау) конструирования своих механизмов и сооружений. Это позволяет повышать эффективность функционирования системы, наращивать в системе свободную энергию, улучшать взаимодействие между собой отдельных звеньев системы. В конечном счёте, повышается уровень упорядоченности системы. Утрата («забывание») системой части своей информации ведёт к обратным процессам. В итоге, в систему «приходит» энтропия (неупорядоченность), и «уходит» ее упорядоченность.

Как же работает интегральный антиэнтропийный потенциал планеты Земля?

*Биосфера* планеты, получая из космоса *энергию и информацию*, формирует иерархическую (многоуровневую) экологическую систему – сообщество биологических организмов. *Биосферный антиэнтропийный потенциал* (БАП) создаёт условия для развития самой биосферы (в том числе, адаптируя космические факторы до необходимых параметров). Однако у биосферы есть ещё одна очень важная миссия. Сформировав однажды условия, необходимые для существования и развития человеческой цивилизации, биосфера продолжает их поддерживать, обеспечивая человека исходными ресурсами, факторами производства продуктов питания, сохраняя безопасные физические условия существования человека.

Кроме энергии и информации внешняя среда (которую мы условно назвали космосом) обеспечивает в биосфере *информационное поле* упорядочения протекающих процессов. Речь идёт о пространственно-временном континууме, в котором реализуются законы природы. Именно они формируют причинно-следственную упорядоченность процессов, при которой будущее зависит от прошлого.

В космическое пространство биосфера «сбрасывает» отражённую и диссипируемую энергию (т.е. рассеиваемую после использования биологическими организмами и деятельности человека), а также невоспринятую и «утраченную» («забытую») информацию.

*Социально-экономическая система*, используя условия, создаваемые БАП (энергию, ресурсы, физические условия, ассимиляционные способности) и сама являясь частью данного потенциала, обеспечивает существование и развитие триединого феномена человека, включающего его *физиологическую, личностную (социальную) и трудовую* сущности. Основной функцией социально-экономической системы является формирование и поддержание *общественного антиэнтропийного потенциала (ОАП)*. Его компонентами являются различные виды *капитала*. Основным продуктом этого потенциала являются потребительные стоимости, т.е. изделия и услуги, способные повысить упорядоченность отдельных людей и экономических субъектов, уменьшив их растущую энтропию. Потребительные стоимости получают денежную (стоимостную) оценку при их приобретении конкретными потребителями (покупателями).

В биосферу общество «сбрасывает» материальные и информационные отходы своей деятельности, собственные информационные ошибки и нерешённые проблемы. Такими, в частности, являются инициированные человеком экологические катастрофы и случаи включения в экосистемный оборот чуждых природе материалов. Биосфера в меру своих возможностей нейтрализует результаты энтропийной деятельности человека, которые все больше начинают превышать ассимиляционные пределы биосферы.

*Экономические субъекты* (предприятия) являются подсистемами ОАП. Для них национальная социально-экономическая система (макроэкономика) является внешней средой и источником квазиэнергетических средств (денег), которые служат в качестве своеобразных лицензий на подключение к ОАП. Условием их приобретения является предложение взамен какого-либо товара (изделия или услуги, включая собственный труд), который мог бы служить кому-либо средством повышения его упорядоченности, а значит, также является компонентом ОАП. Иными словами: деньги – в обмен на товар. Производством таких товаров как раз и заняты индивидуальные производители или коллективные экономические субъекты. Кроме материальных активов и денежных средств социально-экономическая среда формирует для отдельных экономических субъектов *информационное поле* упорядочения их деятельности (юридические законы, нормы, институты – т.е. «правила игры») и коммуникации (инфраструктуру) для взаимодействия с другими субъектами.

В национальную социально-экономическую систему как во внешнюю среду экономические субъекты сбрасывают материальные и информационные отходы своей деятельности – *экстерналии*.

Экономическая суть *экстерналий* заключается в следующем. В современных условиях техногенная нагрузка на экосистемы значительно превышает возможности их естественного ассимиляционного (т.е. очистного, или восстановительного) потенциала. Это значит, что производственные субъекты должны либо доводить параметры своей экодеструктивной деятельности до приемлемых для экосистем пределов, неся расходы на очистное оборудование, либо заботиться о ликвидации последствий загрязнения или нарушения природных систем. Если не происходит ни того, ни другого, соответствующие издержки вынуждено нести общество (либо другие экономические субъекты, либо налогоплательщики, если затраты покрываются за счёт консолидированных бюджетов регионов или государства).

Речь идёт о затратах на ликвидацию последствий нарушения среды или об издержках, обусловленных самими последствиями (ущерб от ухудшения здоровья людей, снижения продуктивности сельскохозяйственных и лесных угодий и пр.). Подобные издержки, которые несёт не сам виновник их возникновения, а другие субъекты, находящиеся по отношению к нему во *внешней среде*, и называются *экстерналиями*.

В представленной картине взаимодействия с внешней средой естественных и общественных систем не хватает ещё одного ключевого компонента, возможно, наиболее важного из всех. Речь идёт о внутренне присущем каждому живому существу механизме воспроизводства его сущностного содержания. Он реализуется благодаря триединому взаимодействию трёх сущностных природных начал: *материально-энергетического, информационного и синергетического*. Они являются своеобразными таинствами природы, и их истоки также лежат вне биосферы, т.е., условно, во внешней среде. Хотя сам триалектический механизм взаимодействия этих начал реализуется в каждом живом организме и в каждой личностной сущности. Именно он включает и постоянно заводит «пружину» потребностей данного организма, удовлетворение которых и составляет основу антиэнтропийного потенциала. У всех живых существ он основан на генетическом механизме воспроизводства информационной программы существования и развития биологических организмов.

С формированием человека как личностной сущности над его физиологической *материально-информационно-синергетической* триадой как биологического существа постепенно стала возникать новая триада *био-социо-трудо-* человека. Она явилась новой, более мощной ступенью, приводящей в движение механизм развития природы. Основой этого меха-

низма стало воспроизводство *физиологических, личностных и производственных* потребностей человека. В отличие от других биологических существ в структуре потребностей человека стали преобладать не материальные, а информационные и синергетические (коммуникационные) виды благ. Мощность всепланетного *интегрального антиэнтропийного потенциала* многократно возросла. Правда, при этом существенно выросло и энтропийное производство. Теперь насущной задачей человечества стала гармонизация деятельности общественного и биосферного антиэнтропийного потенциалов.

## ГЛАВА 16. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

### 16.1. Обеспечение сестейнового развития

*Сестейновое развитие* – это концепция развития человечества, которая была принята на Саммите глав государств в Рио де Жанейро в 1992 г. (чаще всего на русский язык этот термин переводится как *устойчивое развитие*).

Под *сестейновым развитием* (*sustainable development*) – подразумевают такое развитие, которое обеспечивает удовлетворение потребностей настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

*Сестейновость* (*sustainability*) – это упорядочение (*rearrangement*) технических, научных, экологических, экономических и социальных ресурсов таким образом, что результирующая система способна поддерживаться в состоянии равновесия во времени и пространстве (Хенс и др., 2007)

Концепция сестейнового развития фактически предполагает поддержание равновесного состояния, сложившегося системного целого (человек – природа – общество). Эта задача чрезвычайной сложности. Ведь речь идёт о балансировании уровней гомеостазов (то есть относительно узких интервалов изменения параметров) трёх ключевых взаимосвязанных систем:

- *организма человека* (фактически – миллиардов людей, живущих на Земле);
- *биосферы* (фактически – триллионов особей, составляющих экосистемы планеты);
- *экономики* (фактически – сотен миллионов экономических субъектов, обеспечивающих функционирование экономических систем мира).

Задача эта бесконечно сложна ещё и в силу динамизма рассматриваемой системной триады. Любое её состояние должно воспроизводиться заново ежемоментно в каждой точке пространства.

Чтобы упомянутое триединое системное целое: «человек (в смысле человеческая популяция) – биосфера – экономика» сохраняло свою устойчивость, необходимо поддержание (точнее, *самоподдержание*) *устойчивости* каждой из упомянутых систем. Биологическая природа человека в значительной степени ограничивает условия среды, в которых он может физически существовать, поддерживая уровень своего гомеостаза. Любое

отклонение в ту или иную сторону температуры, давления, солнечной радиации и сотен других параметров среды, от которых зависят условия жизни и деятельности человека, будет для него фатальным. Чтобы поддерживать существующие на Земле природные условия, биосфера, в свою очередь, должна сохранять (самоподдерживать) параметры своего гомеостаза, а следовательно, количественный состав своих экосистем и качественные характеристики протекающих в них процессов.

Таким образом, *устойчивость* в контексте сестейного развития предполагает такие изменения в каждой из систем и во всей указанной триаде в целом, при которых будут выполняться два важнейших условия.

*Условие первое:* система «Человек» (т.е. человеческая популяция) будет в состоянии за счёт адаптационных механизмов обратной связи бесконечно долго поддерживать параметры своего гомеостаза, обеспечивающие жизненно важные функции Человека, понимаемого и как отдельный организм, и как целостная популяция.

*Условие второе:* биосфера и составляющие её экосистемы будут сохранять параметры своих гомеостазов, достаточные для выполнения условия первого; иными словами, будут поддерживаться параметры среды, в которых возможно физическое существование человека.

Однако физическая *устойчивость* указанной системы (человек – биосфера – экономика) – лишь предпосылка того, что на Саммите в Рио в 1992 году названо *сестейным развитием*. Ведь такое развитие предполагает не только физическое выживание человеческой цивилизации, но и её неуклонный *социальный прогресс*. Без него цивилизация может превратиться в некое подобие муравейника (по меткому выражению А. Зиновьева, в *человеиник*), обитатели которого выживут, законсервировав уровень своего развития.

Согласно ряда прогнозов (Капица, 2010), стабилизация населения (*демографический переход*) Земли может наступить в пределах 2050 года.

Парадоксом является то, что Человек сам же разрушает существующий гомеостаз биосферы. Происходит это по двум причинам: во-первых, *из-за роста населения планеты* (новым жителям нужны новые природные блага, которых на Земле остаётся не задействованными всё меньше), а во-вторых, в силу *качественного изменения потребностей людей*. Перестраивая свою жизнь, человек изменяет и природу.

В условиях, когда процессы воздействия человека на природу достигли глобальных масштабов, в его арсенале осталось только два возможных пути сохранить устойчивость природных условий на планете (а значит, и самого себя). Первый – ограничить рост населения Земли. Второй – научиться изменять процессы общественного производства и потребления

продукции, уменьшив их негативное воздействие на природу. Это можно сделать, лишь резко снизив природоёмкость (материалоёмкость, энергоёмкость) систем жизнеобеспечения человека; причём скорость этого снижения должна обгонять темпы роста населения или хотя бы им соответствовать (Вайцзеккер и др., 2013; Сотник, 2012).

С учётом причинно-следственных связей можно выделить три уровня целей: *генеральная цель* – сохранение человека как биологического вида и прогрессивное личностное развитие человечества; *обеспечивающие цели* – сохранение условий, в которых может существовать и развиваться человечество; *поддерживающие цели* – сохранение биосферы и локальных экосистем, которые поддерживают условия существования человечества (рис. 16.1).

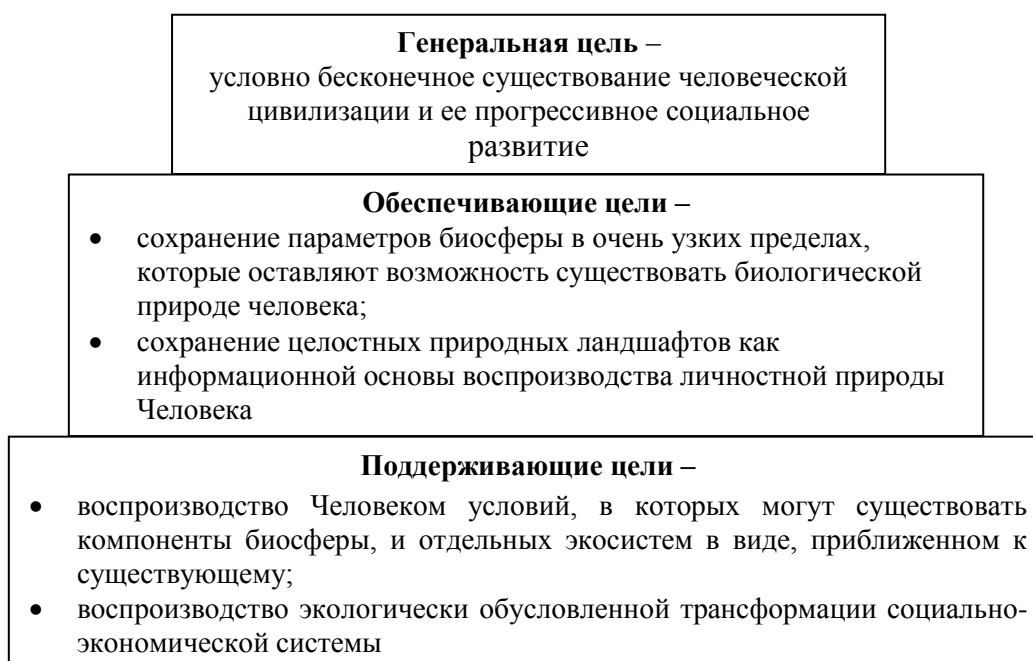


Рис. 16.1. Взаимосвязь целей сестейного развития

Ещё раз подчеркнём, что *генеральная цель* имеет два уровня измерения, или распадается на два уровня подцелей: 1) *необходимый* – физическое выживание человека биологического; 2) *достаточный* – личностное развитие человека социального. Оба уровня чрезвычайно важны, хотя это не всегда сразу можно осознать.

*Обеспечивающие цели*, исходя из вышесказанного, имеют два уровня ориентиров:

1) сохранение в достаточно узких границах параметров биосферы, в которых способна существовать биологическая природа Человека (т.е. в



которых человеческий организм может поддерживать уровень своего гомеостаза); среди этих параметров следует выделить ключевые характеристики климата, физические параметры (температура, электромагнитные факторы, космические излучения, пр.), состав атмосферы и воды, состав почв для производства продукции сельского хозяйства;

2) сохранение целостных естественных ландшафтов, информационный контакт с которыми жизненно необходим для воспроизводства личностных свойств социального Человека.

*Поддерживающие цели* предусматривают создание (поддержание) условий, в которых могут существовать биосфера и ее составные экосистемы. Именно они и поддерживают (воспроизводят) жизненно важные параметры существования Человека как биологического существа и личности.

Достижение этой цели важная задача, которую должен взять на себя человек. Она решается посредством *консервирования* (сохранения в неизменном виде) отдельных ландшафтов дикой природы (создание заповедников) либо минимизации антропогенного воздействия на экосистемы (создание заказников и природных парков), а также ограничения пределов вмешательства человека в природу (разработка и соблюдение экологических стандартов, нормирование условий жизни и деятельности, пр.).

Но это только часть проблемы. Другая часть связана с перестройкой человеком своей технологической основы. Дело в том, что, если численность населения Земли будет продолжать расти и дальше (как это, в частности, происходит сейчас), никакие экологические стандарты и ограничения не спасут экосистемы от губительного для них техногенного воздействия. Технологические системы должны совершенствоваться так, чтобы их относительная *экодеструктивность* снижалась по мере роста населения (по величине экологических последствий в расчёте на одного жителя планеты). Причём эта экологически обусловленная трансформация производства должна воспроизводиться постоянно. Иными словами, должно постоянно воспроизводиться повышение эффективности (в том числе, *экоэффективности*) функционирования социально-экономической системы.

К сказанному следует добавить, что постановка задачи, в рамках которой реализация целей сестейнового развития достигалась бы одновременно с устойчивостью как социально-экономической системы, так и биосферы, среди специалистов получила название *сильной устойчивости*.

В том случае, если предполагается достижение относительной устойчивости лишь социально-экономической системы, говорят о *слабой устойчивости*. Видимо, такой выбор терминологии является не случайным, ибо

без обеспечения устойчивости природной среды не может быть надолго достигнута и устойчивость социально-экономической системы.

## 16.2. Информационное общество как предпосылка перехода к сестейновому развитию

Та социально-экономическая система, к которой сегодня движется человечество, вполне обоснованно может называться информационным, или постиндустриальным обществом.

*Информационным (постиндустриальным) обществом* может быть названа социально-экономическая формация, в которой производство и потребление информации составляет основу экономической системы и определяет социальную жизнь в обществе.

В *информационном* обществе производственный базис составляют *информационные средства производства*, а основным продуктом потребления (и следовательно, производства) являются *информационные товары* и услуги. Информация же является и ключевым фактором, определяющим социальные отношения в обществе.

**Информация** становится *ключевым природным фактором*, на котором концентрируется общественное производство. Она – единственная природная субстанция, добывание (в смысле, считывание, сканирование) которой из среды не наносит прямого ущерба природе. Более того, это в значительной степени избавляет от извлечения из среды вещества и энергии. Поэтому информация – единственный продукт, производство которого можно наращивать беспредельно в условиях наличия материальных пределов планеты.

Добывание и использование информации природы в конечном счёте означает усвоение тех принципов, по которым функционируют природные системы. Учиться у природы – значит, повышать эффективность техногенных систем. Ведь *эффективность* процессов природного метаболизма зачастую на несколько порядков выше, чем у производственных процессов. Но главное, природа живёт *замкнутыми циклами*. Здесь каждое звено является продолжением предыдущего и началом последующего. «Разработка информационных недр» природы позволит решить обе задачи: значительно повысить эффективность производственных систем и гармонизировать используемые человеком процессы обмена в рамках экосистем Земли.

**Информация как предмет труда.** *Информация* становится ведущим *предметом труда*, т.е. тем, к чему человек прилагает свой труд в ходе производства продукции. Собственно, она им была всегда. Ведь и форма,

и свойства предметов труда, которые во время производства изменяет человек, являются прежде всего *информационными характеристиками*. Это не приходило людям в голову до тех пор, пока размеры оценивались в миллиметрах и сантиметрах, ведущей формой были прямоугольник и цилиндр, а производимым изделиям была уготована одна единственная функция использования.

То, что указанные информационные характеристики (в частности, форма, свойства, функции) становятся ведущими предметами труда, человечество начало осознавать, когда весомую роль стали играть: в размерах – доли микрона, в формах – конфигурации сложнейшей геометрии, в свойствах – способности работать в запредельных физических условиях, в потребительных качествах – многофункциональность... Именно тогда товаром начали становиться не материальные ресурсы и изделия (кирпич, цемент, сталь, автомобиль), а физические свойства и функции: точность, прочность, быстроедействие, скорость, надёжность, качество, дизайн, эргономичность – обеспечиваемые этими товарами. И именно тогда в обиход вошло еще недавно непривычное, а теперь понятное всем сочетание: *соотношение цены и качества*. Качество как раз отражает совершенство информационного алгоритма конструкции и изготовления используемого товара.

***Информация как орудие труда.*** Информация все больше превращается и в *орудие труда*. Сегодня информационные системы являются неотъемлемой составляющей практически всех основных фондов. То, что информация является ключевым компонентом вычислительных машин и измерительных приборов, – очевидно и не требует дополнительных комментариев. Но *информация* выполняет чрезвычайно важную (а порой и ведущую) роль в функционировании других элементов основных фондов: машин, оборудования, инструментов, приспособлений, транспорта, передаточных устройств. Даже в содержании зданий и сооружений роль информации становится все более ощутимой.

Информационные системы все полнее обеспечивают необходимый режим производственных активов функционирования (влажность, температуру, состав воздуха и другие физические характеристики). В современных средствах труда ведущее значение информации обусловлено двумя причинами: во-первых, она играет первостепенную роль в выполнении производственных функций, контролируя их ход; во-вторых, преобладающей долей её стоимости в общей цене изделия, достигающей иногда 80–90%. В частности, на маленький электронный блок, управляющий операционными режимами, приходится около 70% цены современной стиральной машины-автомата.

Информация все больше начинает выполнять функции тех ключевых компонентов экономической системы, которые ранее выполняли материальные активы. Среди них можно назвать:

- сырье;
- средство труда;
- предмет труда;
- готовая продукция;
- средство потребления;
- капитал (источник получения прибыли);
- товар (объект купли-продажи);
- объект собственности;
- средство защиты.

Причём, роль информационных форм экономической системы продолжает неуклонно увеличиваться.

**Информация как товар.** Товары являются связующими звеньями между производителями и потребителями. С синергетической точки зрения, именно посредством товаров предприятия обмениваются с внешней средой (потребителями) веществом, энергией и информацией, осуществляя производственный метаболизм. Именно эти процессы являются ключевыми в функционировании *общественного антиэнтропийного потенциала*. Для социально-экономической системы товары являются также носителями информационных сигналов, посредством которых приводятся в движение трансформационные процессы в обществе – возникают одни отрасли, сферы деятельности, профессии, социальные слои (группы), и начинают отмирать другие. За этим следует смена образа жизни людей. Изменяются условия их жизни, передвижения, связи, виды занятий и развлечений, области знаний, навыки, прочее. Как правило, наблюдая за сменой приоритетных видов товаров, можно разглядеть и общий характер грядущих трансформационных процессов общественной жизни в целом.

**Воздействие свойств информации на социально-экономические отношения.** Процесс освоения нового информационного пространства, между тем, не ограничивается сферой производства и потребления продукции. Это – сложнейшее явление общественной жизни, затрагивающее и изменяющее весь комплекс общественных связей, производственных отношений, базовых укладов, поведенческих принципов, стиля жизни людей. Переход к информационным товарам и услугам заставляет коренным образом трансформироваться и социально-экономические отношения, которые были основой построения общества.

Свойства информации вообще изменяют все устоявшиеся представления о социально-экономических институтах, которые веками держались на материальности средств производства. Известная со времён Ломоносова коллекция афоризмов на этот счёт: «Если чего-то где-то убудет, то в другом месте обязательно присовокупится», «Ничто ниоткуда не берётся и никуда не исчезает» и т.д. – дополнена уже в XX веке Б. Коммонером – «Все должно куда-то деваться» (Коммонер, 1974).

Естественными прикладными следствиями данного закона для экономики всегда были: «за все нужно платить», «каждая произведённая единица продукции требует затрат материалов и энергии», «при продаже любого товара он отчуждается от продавца и передаётся покупателю».

**Свойства информационных активов.** Информационные средства по сравнению с их материальными аналогами обладают беспрецедентными свойствами.

➤ Любой компьютерной программой, конструкторской идеей или технологическим «ноу-хау» одновременно могут воспользоваться все жители Земли.

➤ Появление каждой из тиражируемых программ не означает исчезновение «где-то чего-то» (в смысле материально-энергетической субстанции). Программы возникают как бы из ничего лёгким нажатием кнопки.

➤ Сколько ни продавай программную или видеопродукцию, её у продавца не убывает.

➤ Покупатель, едва приобретая информационный товар, тут же получает техническую возможность самому тиражировать его, а значит, и продавать.

➤ Информационные продукты (в отличие от материальных товаров) не потребляются, а используются – ведь их нельзя «потребить» (в смысле использовать без остатка). Сколько их ни используй, меньше не становится.

➤ Информационные продукты физически не изнашиваются (в отличие от их материальных носителей).

**Этический императив информационной экономики.** Сегодня ещё сохраняются атрибуты, которые удерживают каркас устоев ныне живущего общества – материальные средства производства, материальные блага, материальные средства защиты общественных устоев. Это они берегут социальный «генетический» код, т.е. информационную программу, по которой живёт общество материализованной культуры. Но этот оплот, эта защитная «ограда» стремительно тает, как размываемая во время весеннего половодья дамба, берегущая покой живущей полнокровной жизнью долины.

В отличие от станков или инструментов *информационные средства* производства (научные идеи, принципы, ноу-хау и т.п.) нельзя окружить забором, закрыть на замок, положить в сейф – они у всех на виду, и все меньше остаётся преград для их беспрепятственного тиражирования. Все меньше надежды на технически изопрённые многочисленные степени защиты программ, кредитных карточек, документов, товарных знаков. И чем иллюзорней надежды на переливающиеся голографией материальные средства защиты и информационные коды, разделяющие праведников и грешников, тем отчётливее понимание истины, что существует лишь одна мембрана, разделяющая цели созидания и разрушения – это совесть человека... как у потребителей информационных активов, так и у их обладателей, которые всё чаще добровольно передают свою интеллектуальную собственность людям (как это, например, делает фирма «Мотор-Тесла») для всенародного использования.

### **16.3. Технологическая обусловленность трансформаций в информационном обществе**

Одной из особенностей информационного общества обещает стать учащающееся наступление бифуркационных трансформаций. Изменения, таким образом, становятся нормой жизни. Не успели устояться волны Третьей промышленной революции, как учёные прогнозируют скорый вал Четвёртой промышленной революции. По мнению многих исследователей, ведущая роль в реализации указанных трансформаций принадлежит технологиям. И этому существует объяснение. Ведь каждый новый уровень погружения в информационные глубины ведёт к новой переоценке свойств и функций используемых материальных предметов, а с ней и к новой революции в производстве и потреблении.

Классик постиндустриализма Д. Белл заметил: «Никому теперь не нужны олово, медь, алюминий – нужны их текучесть, растяжимость, проводимость» (Белл, 1999).

Каждое новое открытие в науке или технологии может полностью изменить ценностные ориентиры. Тот же Белл очень ярко продемонстрировал это на примере изменения условной ценности меди: «...Наибольшие её залежи могут быть обнаружены... под фундаментами Нью-Йорка. Это – тонны медного провода, который быстро вытесняется волоконно-оптическим кабелем, изготавливаемым из стеклянных нитей. Его производство обходится дешевле, ...а по пропускной способности он в десять раз превосходит медный провод... Поэтому медь больше не является стратегическим товаром» (Белл, 1999).

С каждым новым открытием появляются новые средства производства, товары потребления, отрасли, профессии, которые теснят или полностью уничтожают своих предшественников. Характер, масштабы и скорости происходящих процессов просто потрясают. Иногда кажется, что живёшь в сказке, где фея, прикасаясь волшебной палочкой, превращает тыкву в карету или вдруг происходит обратный процесс. Нечто похожее зачастую случается сейчас наяву, когда ценность одних предметов или ресурсов может практически на глазах подскочить до небес, а иных, которые ещё недавно были эталонами дороговизны, резко упасть.

Всему этому американский экономист Пол Пильцер придумал вполне подходящее название (содержащее даже некоторый налёт мистики) – «Алхимия». Сформулировав её основные законы (рис. 16.2), он назвал и ту «волшебную палочку», благодаря которой происходят, столь необычные вещи – *технология* (Пильцер, 1999).



Рис. 16.2. Основные положения технологической «Алхимии» по П. Пильцеру (Пильцер, 1999)

**Технология и актуализация ресурсов.** Именно технология определяет, что завтра будет являться ценным природным ресурсом, и как это изменит шкалу наших предпочтений. Так, на наших глазах в важнейшие промышленные ресурсы превращаются такие обыденные и привычные вещи, как песок (из которого изготавливают кремниевые кристаллы) и морская вода (где содержатся разнообразные минералы – от золота до магния). А в тень ушли такие ещё недавно ключевые ресурсы как натуральный каучук (заменён синтетическим) и олово (вытесняется алюминием и пластмассами).

**Технология как ключевой фактор эффективности.** Технология же определяет эффективность добычи, использования, транспортировки, переработки и хранения ресурсов. А это значит, что, благодаря внедрению новых технологий, в считанные месяцы может взвинчиваться по всей перечисленной цепочке развитие одних производственных сфер и резко тормозиться ход работы других.

**Технология как фактор регионального развития.** Вторичным последствием отмеченных выше эффектов воздействия технологии оказываются расцвет или увядание отраслей, городов, регионов и даже стран. Расцветают те отрасли и территории, в которые технологии приводят капитал, ресурсы, людей. А увядают те, из которых технологии всё это уводят.

**Технология как фактор формирования уклада жизни.** Колоссально быстрая и все ускоряющаяся смена технологий заставляет говорить о постоянном процессе трансформации уклада общественной жизни.

Стремительно ворвавшиеся в нашу жизнь цифровые технологии начали сметать с лица Земли традиционные предприятия, более века обслуживавшие фото- и киноиндустрии. Их преемникам, товарам-новинкам, судьба, скорее всего, такого долголетия не подарит. Многие детища цифровой технологии устаревают, едва появившись на свет.

**Конвергенция технологий и товаров.** Впрочем, сегодня и сами понятия *технология-преемник* и *изделие-преемник* становятся весьма условными. Преемником какого изделия следует считать мобильный телефон, если он вобрал в себя функции: средства связи, фотоаппарата, видеокамеры, диктофона, проигрывателя, радио, часов, калькулятора, компьютера навигатора, телевизора, библиотеки, записной книжки, фонарика и многого чего ещё? А это значит, что маленький мобильник стал чрезвычайно значительным экономическим явлением, оказав огромное воздействие на работу огромных предприятий и состояние соответствующих секторов рынка. Такие явления сегодня происходят повсюду.



В частности, силикон (во всех его интерпретациях) отражает глубокий информационный слой свойств и параметров вещества с его бесконечным набором используемых в практических целях функций (от основы компьютерных чипов до конструкционных материалов имплантантов). И этот спектр сфер возможного практического применения вещества стремительно расширяется по мере получения новых знаний. Все эти невиданные ранее качества извлекаются именно из информационных глубин хорошо знакомого и веками используемого вещества – кремний, а практически – просто песок.

Изменчивость вошла в нашу жизнь, стала неизменным атрибутом действительности. Это – закономерно. Как индустриальное производство выросло из руды и угля, так информационная экономика рождается из *изменений*. Вариабельность и многообразие служат сырьём для производства новой информации.

Бесконечно сменяются параметры, свойства, материалы, вещества и явления, которые человек использует с максимальной на данный момент времени пользой для себя. Заметим, сами свойства любого вещества остаются неизменными (такими, как были и миллион, и миллиард лет назад). Изменяются лишь наши знания об этих свойствах, а следовательно, спектр функциональных возможностей их практического применения.

#### **16.4. Принципы проектирования социально-экономических систем в информационном обществе**

До недавнего времени человечество оперировало имеющимися в природе веществами и видами энергии. Реализуя своё научное и производственное творчество, человек конструировал главным образом конфигурации существующих химических веществ и биологических видов, а также комбинации их свойств (например, выводя новые сорта растений и породы животных). Это позволяло человеку постепенно повышать эффективность своих технологических систем.

Следует отметить ещё одно чрезвычайно важное обстоятельство. Существовала (и пока, к счастью, существует) определённая *система защиты* внешней для человека среды – как живого, так и косного мира (своеобразная «защита от дурака»). Человеку просто остаётся не доступен «пульт управления» глубинным механизмом формирования (а следовательно, и разрушения) природных систем.

Любые действия человека *пока ещё* могут оказаться фатальными лишь для отдельных биологических видов (включая самого человека), но не для природы в целом. При всем своём нынешнем могуществе, хотя че-

ловек и способен уже повлиять на внешний облик планеты, он *пока ещё* вряд ли в состоянии кардинально изменить глубинный ход происходящих на Земле процессов... Но это – пока...

Ситуация начинает изменяться буквально «на глазах». Уже сегодня человек конструирует и выпускает на неконтролируемую свободу саморазвивающиеся генетические химеры (ГМО). На горизонте все отчётливее просматриваются контуры нанотехнологий, которые обещают превратить в реальность сборку материи на уровне молекул и атомов.

Но там, где существует возможность *сборки* чего-либо, незримо возникает и грозный призрак *разборки*. Здесь, как нельзя кстати, уместно вспомнить слова народного мыслителя из фильма «Формула любви»: «Если один человек построил – другой завсегда разобрать сможет». Более того, любая сборка изначально неизбежно предполагает разборку. В данном случае – разборку субстанции на отдельные молекулы и атомы. То, что природа свято хранит «за семью печатями», а именно: *синергетический код* формирования её микромира – скоро может оказаться в руках человека. А вместе с ним обнажится «красная кнопка», приводящая в движение процесс саморазрушения природы изнутри.

Самая большая опасность кроется в том, что человек вряд ли будет в состоянии контролировать в полной мере запущенные процессы. И здесь решающую роль смогут сыграть как минимум два обстоятельства.

Во-первых, процессами сборки, скорее всего, будет заниматься не сам человек, а *самоорганизующиеся сущности* (роботы, киборги и т.п.). Ведь наносборка осуществима только при условии самоорганизации самого процесса сборки.

Во-вторых, предметом сборки будут не только (а, возможно, не столько) мёртвые, застывшие компоненты, сколько *живые организмы* со своими механизмами самовоспроизводства и репродукции. Следствием этого будет наличие у них собственных эволюционных траекторий. Достоверно предугадать, а значит, хоть как-то проконтролировать их вряд ли удастся. Если добавить, что уже несколько лет в ряде лабораторий мира настойчиво ведутся работы по созданию искусственного механизма передачи генетической информации (в том числе, и на неорганической основе), общая картина грядущих тревог человечества будет ясна.

Все это мы говорим не ради того, чтобы представить картинки очередных «страшилок», а чтобы подчеркнуть уровень ответственности, стоящей перед будущим конструктором, которому предстоит творить в информационных глубинах материи.

И хотя до массового использования нанотехнологий ещё не дошло, человек уже погрузился в зону создания субстанций, неведомых природе: синтезируются принципиально новые вещества, извлекаются из глубин

материи невиданные формы процессов и энергии, на генетическом уровне конструируются практически не существовавшие в природе виды животных и растений.

Для оперирования материей на данном информационном уровне необходимо знание определённых правил-принципов проектирования социально-экономических систем в информационном обществе. Условно эти принципы могут быть названы «инструкцией по сборке систем», или «правилами техники безопасности для работы на информационных глубинах». Автором сформулированы лишь некоторые из них (табл. 16.1).

Таблица 16.1. Принципы проектирования социально-экономических систем в информационном обществе

Условное название принципа	Содержание принципа
1	2
Учёта триединства природных начал	Для любой открытой стационарной системы существует такое сочетание в пространстве и времени системообразующих факторов (материальных, информационных, синергетических), при которых будет достигаться максимально возможное снижение энтропии в системе; при таком состоянии системы параметры системообразующих факторов максимально соответствуют целям и задачам функционирования системы и наилучшим образом увязываются между собой.
Обеспечения самовоспроизводства систем	Социальное и техническое проектирование должно стремиться к решению задачи обеспечения создаваемых систем механизмами самовоспроизводства и самосовершенствования.
Обеспечения самоорганизации систем	При проектировании инженерных и социальных систем необходимо обеспечивать технические и организационные предпосылки для их самоорганизации, обуславливающей функционирование в наиболее эффективных для данного класса систем стационарных режимах.
Учёта системности жизненного цикла	Необходим переход от проектирования изделий к проектированию их жизненных циклов во всей сложности и многообразии их системных связей, включая фазы завершения «жизни» изделий и технологий.
Учёта коэволюции систем	В процессах технического и социального проектирования необходимо учитывать темпы и траектории эволюции создаваемых саморазвивающихся систем, а также возможные последствия их коэволюции с другими системами.

*Продолжение табл. 16.1*

1	2
Инструментализации триединого эволюционного механизма	Посредством изменения предпосылок проявления факторов триединого эволюционного механизма (изменчивости, наследственности, отбора) можно регулировать темпы развития систем, в т.ч. социально-экономического развития, ускоряя темпы развития (при интенсификации проявления упомянутых факторов и взаимодействия их между собой) или замедляя их (при ослабевании действия данного механизма).
Оптимизации соотношения стабильных и изменяемых компонентов систем	Для устойчивого развития системы должно соблюдаться оптимальное соотношение ее стабильных (консервируемых) и изменяемых компонентов.
Использования эффекта «расширяющегося» пространства-времени	Принятие решений по развитию социально-экономических систем должно базироваться на максимальной реализации накопленного информационного потенциала как в пространстве, так и во времени.
Технологизации трансформаций	Существует объективная необходимость разработки и совершенствования технологий осуществления типовых процедур бифуркационных трансформаций в технической сфере и экономике.
Дематериализации трансформационных процессов (принцип «трансформера»)	Существует объективная необходимость постоянно осуществляемой дематериализации трансформационных процессов, в том числе, посредством тотального применения «принципа трансформера», позволяющего максимальную смену информационного содержания при минимальной замене материальной компоненты систем.

Любая эпоха является продуктом определённого мировоззрения и сама формирует новый образ мышления. Когда-то становление материалистического воззрения способствовало постижению фундаментальных основ формирования материального мира, систематизации представлений о свойствах и строении материи, установлению причинно-следственных связей, обуславливающих ход процессов в природе. Это послужило научной основой технического прогресса, определившего характер индустриальной формации.

За редким исключением люди, независимо от своих философских воззрений, видят мир исключительно материальным. Информационные компоненты природных сущностей (т.е. их отличительные кодовые про-

граммы функционирования и развития), если и воспринимаются людьми, то не иначе, как в качестве абстрактных законов природы, которые человек контролировать не в состоянии. А ведь эта информационная компонента исследуется, создаётся, реализуется и контролируется человеком ежедневно во вполне материальных продуктах его быта. Подобный информационный «дальтонизм» вполне объясним. Ведь до недавнего времени человеку приходилось оперировать готовыми, созданными самой природой объектами материального мира, причём в относительно узком детерминированном (а поэтому – маловариабельном) спектре их информационных характеристик. Задумываться над информационными «чертежами» готовых продуктов просто не было нужды. Выражаясь языком физиков, можно сказать, что жизнь человека в материальном мире протекала преимущественно вне фазовых переходов (в данном случае имеются в виду мировоззренческие аспекты, а не используемые в деятельности человека физические и химические процессы).

Характерными особенностями такого мировоззрения являются господство *линейного* мышления («чем больше/меньше – тем лучше») и приоритет механизмов *отрицательной обратной связи* как инструмента реагирования человека на изменения в природе и обществе. Известно, что этот тип обратной связи направлен на сохранение (консервацию) существующего состояния. В условиях относительной стабильности свойств материальной основы и медленного её морального износа происходила расширяющаяся *материализация* быта (строили «на века»).

В условиях перехода к информационному обществу стремительно происходящие *бифуркационные* изменения создают предпосылки формирования нового, *информационно-диалектического мировоззрения*, которое может быть определено как *система взглядов на мир, обуславливающая необходимость преодоления энтропийных процессов в природе и социальной среде посредством опережающего информационного творчества*.

По всей вероятности, можно выделить ряд особенностей такого образа мысли:

- *нелинейное мышление* (предполагает способность к гибкой перестройке целей и задач под изменяющиеся условия),
- приоритет механизмов *положительной обратной связи* (предполагает ориентацию на перманентную, скользящую системную трансформацию жизнеобеспечивающих систем человека);
- *воспроизводственно ориентированную производственную стратегию* (предполагает смену объекта конструирования/производства с отдельных товаров и услуг на воспроизводственные циклы генерирования/утилизации продуктов);

- *функционально ориентированную научно-проектную стратегию* (предполагает ориентацию не на продукт, а на *функции*);
- *вероятностно ориентированный менталитет* (предполагает переход от детерминистического к *вероятностному* восприятию явлений);
- *дематериализационную экономическую парадигму* (предполагает ориентацию не на материализацию производственных и социальных систем, а на повышение их *информационного содержания*).

Формирование информационно-диалектического мировоззрения является неотъемлемой предпосылкой целенаправленного управления социально-экономическими процессами при становлении и развитии информационного общества.

## ГЛАВА 17. ФОРМИРОВАНИЕ «ЗЕЛЕННОЙ» ЭКОНОМИКИ И ПЕРЕХОД К ТРЕТЬЕЙ И ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННЫМ РЕВОЛЮЦИЯМ

### 17.1. «Зелёная» экономика как результат Третьей промышленной революции

В 1966 году американский экономист Коннет Боулдинг опубликовал статью «Экономика будущего космического корабля Земля» (Boulding, 1997). В общем виде ключевая идея автора сводится к следующему. Рост населения Земли, истощение природных ресурсов и ассимиляционного потенциала планеты обусловили исчерпание возможностей «открытой экономики», основанной на условно неограниченных ресурсах и неограниченном потенциале планеты перерабатывать отходы цивилизации. Подобную экономику учёный назвал «ковбойской» по ассоциации с бескрайними равнинами и беззаботным, потребительским образом жизни.

Экологические условия вынуждают переходить к новым принципам «замкнутой экономики» (её автор называет «экономикой космонавтов»). В ней, как и в космическом корабле, все источники ресурсов и все резервуары для отходов ограничены как с точки зрения притока, так и оттока. В силу этого человеку предстоит формировать свою деятельность на основе циклических систем воспроизводства необходимых средств жизнеобеспечения.

Основной оценкой успеха такой экономики будут не количественные показатели производства и потребления продукции, или, иначе говоря, не объёмы вещественно-энергетических потоков, переводимых из ресурсов в отходы (как это происходит сейчас). Они характеризуют лишь пропускную способность производственных мощностей. Ведущим станет иной показатель – качество и сложность всеобщего капитала (total capital stock), включая физическое и мыслительное состояние человека (the state of the human bodies and minds).

Период в полстолетия, который человечество прожило с момента опубликования упомянутой статьи, позволяет более пристально взглянуть в контуры социально-экономической системы, ожидающей нас в будущем. И сегодня всё больше различимыми становятся некоторые её особенности, которые проявляются, в частности, в формируемой сестейновой («зелёной») экономике.

К «зелёной» экономике условно относят секторы и виды деятельности, которые способствуют снижению нагрузки процессов производства и потребления продукции (изделий и услуг) на природную среду и биологи-

ческую природу человека, а также создают условия для личностного развития человека.

Характер предпосылок формирования «зелёной» экономики и тех задач, которые она призвана решить, обуславливает её основные признаки:

- использование возобновимых ресурсов;
- замкнутые циклы использования ресурсов;
- использование материальных компонентов, которые гармонично вписываются в метаболизм экосистем;
- стабильный объем материальных компонентов индустриального метаболизма;
- радикальная дематериализация индустриального метаболизма (в разы) по сравнению с «бурой» экономикой, т.е. основанной на использовании невозобновимых ресурсов и преувеличивающей в настоящее время;
- эффективное аккумуляирование энергии;
- реализация режима постоянной самооптимизации индустриальных и индустриализированных систем, т.е. их самонастройка на наиболее эффективные параметры работы;
- постоянное самосовершенствование хозяйственных систем (производства и потребления продукции); непревышение экологических порогов самовосстановления систем;
- сохранение (восстановление) оптимальных количественных и качественных параметров экосистем, прежде всего биоразнообразия;
- приоритет воспроизводства личностной основы человека.

Названные особенности «зелёной» экономики, как правило, хорошо известны и не вызывают существенных возражений. Однако они – лишь «верхняя часть айсберга», представляющего собой системное явление, обеспечивающее переход экономики к новым экологически обоснованным формам хозяйствования. Попытаемся проанализировать те компоненты системного механизма, которые менее очевидны, однако без которых не смогут быть обеспечены и результирующие свойства «зелёной» экономики.

Экономические структуры – это, прежде всего, системные сущности, отвечающие общим закономерностям формирования и развития открытых стационарных систем. Любая система формируется в процессе взаимодействия её ключевых системообразующих групп факторов: *материально-энергетических, информационных и синергетических* (коммуникационных).

Говоря это, следует помнить, что различать упомянутые группы факторов можно исключительно условно, ибо они (как и ипостаси Божествен-



ной Троицы) неотделимы друг от друга. Качественные преобразования экономических систем, называемые обычно революциями, могут происходить только в том случае, если для этого созреют предпосылки во всех трёх указанных группах факторов. Но и этого ещё недостаточно. Должен случиться информационный импульс (толчок) в форме *противоречия* между возможностями и потребностями функционирования системы, создающего ограничения для успешного развития экономики в рамках прежнего способа производства.

Современную масштабную социально-экономическую трансформацию, в ходе которой собственно и происходит формирование *«зелёной» экономики*, принято называть *Третьей промышленной революцией*.

## **17.2. Объективные предпосылки трансформации социально-экономической системы в ходе промышленных революций**

Как мы уже отметили, для качественных преобразований экономической системы должно быть готово состояние компонентов триады системоформирующих групп факторов. Это значит, что каждая из названных групп (материально-энергетических, информационных и синергетических) должна соответствовать целям и задачам трансформационного скачка согласованно с двумя другими группами. И в новом состоянии все три группы факторов должны соответствовать друг другу. При этом на различных этапах социально-экономического развития ведущую роль, роль своеобразного «локомотива» преобразований обычно играет одна из трёх названных групп факторов.

**Первая промышленная революция и зарождение индустриальной формации.** В ходе Первой промышленной революции (называемой также Великой индустриальной), сроки которой обычно датируются ориентировочно 1770–1860 гг., лидирующая роль в трансформационных процессах принадлежала *материально-энергетической* группе факторов. Основным можно считать то, что было положено начало переходу от ручного труда к машинному.

В числе ключевых явлений Первой промышленной революции называются (Промышленная, 2016):

- внедрение *пряделных машин* Р. Аркрайта (1769), облегчивших ручкой труд в процессах прядения нити из хлопка;
- использование *парового двигателя* Дж. Уатта (1775) в машинах для откачки воды в шахтах, а также на тех производствах (напр., мельницах), где недоступным было использование гидравлической энергии;

- внедрение в металлургии изобретённого Г. Кортон *процесса пудлингования* (1783-1784), который позволил заменить древесный уголь на каменноугольный кокс, использовавшийся в качестве энергоносителя в чёрной металлургии при производстве передельного и ковкого чугуна.

Как видим, ключевые «прорывы» Первой промышленной революции, прямо или косвенно были связаны с решением именно энергетических проблем. Один из них решал проблему дефицита рабочей силы (физического труда), возникшую вследствие депопуляции в Европе из-за нескольких волн эпидемий (Щедровицкий, 2014). Другой – напрямую был связан с необходимостью усиления мощности орудий труда, что достигалось через внедрение в производство изобретённой паровой машины и её «накачку» энергоносителями (древесиной, углём). Третий – решал проблему дефицита энергоносителей возникшую из-за вырубки лесов в Европе. Указанная промышленная революция решала и другие проблемы модернизации именно материальной основы. На смену древесины в качестве основного строительного и конструкционного материала пришёл металл, дававший возможность резко повысить прочность производимых изделий, а стало быть и поднять пределы выдерживаемых ими силовых нагрузок. Благодаря этому, значительно расширились функциональные возможности промышленного производства, строительства, сферы потребления.

Существовала ещё одна причина, обусловившая возникновение достаточных предпосылок для начала промышленной революции. Ко второй половине XVIII века в Европе (прежде всего в Англии, благодаря потенциалу её колоний) произошло накопление критической массы капитала. Именно он сыграл роль квазиэнергетического ресурса, обеспечивающего происходящие технико-экономические трансформации необходимым финансовым «топливом».

Таким образом, можно констатировать, что и *предпосылки необходимости* (смены ресурсной парадигмы), вызванные дефицитом рабочей силы и энергоресурсов (древесины), и *предпосылки достаточности*, обусловленные формированием экономических возможностей, носили материально-энергетический характер. Именно материальные факторы формировали импульсы к трансформации (приведению в соответствие) двух других групп факторов – информационных и синергетических.

В частности, пришли в движение компоненты, формирующие содержание *информационных факторов*. Стали востребованы наука и технические изобретения отдельных умельцев, которые тормозились до того неподготовленностью общества.

Достаточно упомянуть, что историческому изобретению Джеймса Уатта предшествовали десятилетия труда и десятки аналогичных изобретений других умельцев (наиболее известны запатентованные двигатели Томаса Севери, 1698 и Томаса Ньюкомена, 1712), а кроме того эксперименты различных исследователей, изучавших связанные с этим термодинамические процессы (в частности, Дени Папена, начало 1700-х годов) (Промышленная, 2016).

Был дан толчок также развитию *синергетических факторов*. Возросший производственный потенциал фабрик требовал развития транспортных коммуникаций (железные дороги, каналы) – с одной стороны, для поставок исходных ресурсов, с другой – для торговли готовой продукцией. Это стимулировало также развитие более быстрых средств связи (в частности, телеграфа).

**Вторая промышленная революция и развитие индустриального общества.** «Раскочегаренный» паровой машиной экспресс Первой промышленной революции постепенно набирал обороты, «въезжая» в XIX век. И здесь выяснилось, что для его дальнейшего продвижения вперед нужны не только достаточное количество энергоносителей, но и «топливо» иного рода. Увеличившийся в размерах, обретший энергетическую мощь, но неуклюжий в своей координации индустриально-фабричный монстр стал задыхаться без новых информационных идей. Они стали жизненно необходимыми для совершенствования производственного оборудования, повышения точности его работы, улучшения качества выпускаемой продукции, соединения в единое системное целое расползающихся на большие расстояния производственных мощностей, источников сырья и потребительских сетей. Материально-энергетические факторы стали уступать пальму первенства *факторам информационной группы*.

Во Второй промышленной революции (старт которой был дан с 1860-х гг.) движущей силой трансформаций становится именно *информация*. Развитие экономики начинает базироваться преимущественно на научных достижениях, а не просто на удачных изобретениях. Совершенствуются процессы получения металлов и металлообработки, развивается машиностроение. Производственные процессы начинают формироваться на основе рукотворных химических и физических явлениях (синтез уже используемых в производстве и вновь создаваемых веществ, новые технологии производства изделий, новые принципы двигателей и видов транспорта, электрификация производственных процессов, пр.) (Вторая промышленная, 2016).

Безусловно, развитие информационной основы оказывало воздействие на материально-энергетическую и синергетическую группу факторов. Со-

здавались новые способы получения и использования энергии, новые материалы, двигатели, транспортные средства. Совершенствовались коммуникации (создавались сети транспортных магистралей, линии связи, пр.).

Иницируя развитие двух других групп факторов (материальных и синергетических), мощный толчок получили и сами *информационные факторы*. Переживали подъем фундаментальная и прикладная науки. Государство и отдельные корпорации стали вкладывать в это значительные средства. Возникли новые средства фиксации, обработки, передачи и воспроизводства информации (полиграфия, телефон, радио-, фотография, кино, видео, телевидение, ЭВМ, факс, ксерокс, принтер).

Но самое главное – новые условия производства потребовали новых знаний, мировоззрения, интеллектуальных навыков работы, причём для большинства работающих исполнителей. Профессия под условным названием «белый воротничок» (а это – инженерно-технические работники, служащие, секретари, менеджеры, пр.) превратилась в массовую. Возникла потребность в обеспечении всеобщей грамотности, использовании новых методов управления, применения специфических приёмов воздействия на работающих, их организацию и мотивирование труда.

Таким образом, можно утверждать, что Вторая промышленная революция создала не только металлорежущие станки, поточное производство, электричество, телефон, радио, компьютер, автомобиль и авиацию. Её порождением стал также новый «человек-труд» – участник производственного процесса, массовый работник, в деятельности которого навыки *умственного* труда были приоритетными. Только такой исполнитель мог ориентироваться в беспрецедентно усложнившихся информационных условиях промышленного производства. Только такой исполнитель может разрабатывать и выдерживать стандарты, необходимые для того, чтобы создавались изделия, состоящие из сотен деталей, производимых тысячами рабочих в разных уголках Земли.

Только такой работник в состоянии контролировать десятки параметров производственных процессов, протекающих в задельных физико-химических режимах (температур, давлений, электромагнитных характеристик, радиации, химической агрессивности или биологической активности). Только такой исполнитель может управлять коллективами работников, в руках которых сконцентрировано подобное энергетическое могущество. Только такой исполнитель в состоянии справляться с задачами самоорганизации, самообучения и саморазвития, необходимость которых диктуется колоссальной скоростью изменения условий социально-экономической среды.

Одновременно происходили качественные структурные преобразования общества. В промышленно развитых странах критическое большинство населения стало принадлежать к этим самым интеллектуализированным исполнителям, которые в большинстве своём оставались нанятыми работниками. Но именно они со своими потребностями и финансовыми возможностями превратились в массовых потребителей (а значит, и заказчиков) производимой продукции, определяя спрос на неё.

Под воздействием процесса интеллектуализации потребителей облик этой продукции постоянно изменялся. В нём росло содержание информационных факторов, росла их наукоёмкость и информативность. Современные бытовые приборы, средства связи, жилища, индивидуальный транспорт становятся всё более «умными», вбирая в себя управляющие электронные средства и даже элементы компьютерной техники. То же самое можно сказать и о ещё одной части товаров, поступающих на рынок, — *средствах производства*. Вне меньшей степени информатизируется и *сфера услуг*. Это затрагивает как сами услуги (образование, литературу, искусство, шоу, туризм), так и средства их производства.

Есть ещё одна важная особенность функционирования экономики в индустриальном обществе. В условиях стихийного формирования спроса на различные (физиологические, личностные и трудовые) потребности человека и бессистемности участия рынка в личностном развитии человека *массовый* интеллектуализированный покупатель стал формировать такие же массовые модели потребления и стили жизни, к которым должны были стремиться («подтягиваться») другие представители общества (не считая немногочисленной части населения со сверхдоходами). Таким образом, на данном этапе развития общества данные рыночные механизмы формируют мощные стимулы развития экономики (в том числе, и путём её интенсивной информатизации). Вместе с тем, нельзя не признать, что подобные механизмы создают значительные возможности и для недобросовестных манипуляций спросом на различные виды товаров. В результате чего у значительной части населения формируется спрос на удовлетворение потребностей в изделиях и услугах (косметике, пищевых добавках, лекарствах, одежде, увлечениях, пр.), которые не только не способствуют личностному развитию человека, но часто и препятствуют этому или даже вредят здоровью человека.

Подводя итоги сказанному, можно констатировать, что *предпосылки необходимости* в ходе трансформационных процессов Второй промышленной революции обусловлены потребностями интеллектуализированного «человека-труда», превратившегося в то же самое время в массового покупателя на рынке. Его стремительно возрастающие доходы в качестве капитала (своеобразной квазиэнергии экономической системы) обеспечили

спрос на массово производимую продукцию. Это и создавало *предпосылки достаточности* в развитии индустриального общества.

Ко второй половине XX века возможности индустриального общества, между тем, стали исчерпываться, натываясь на жёсткие ограничительные пределы воздействия на природную среду. Колоссальная материалоёмкость и энергоёмкость экономических систем, глобальные масштабы производственного комплекса на фоне прогрессирующего роста населения планеты оказались несовместимы с реальной несущей способностью локальных экосистем и биосферы в целом.

При этом главной проблемой становится, как при Первой промышленной революции, не дефицит природных ресурсов – с этим индустриальная технологическая основа научилась справляться, в том числе, путем замещения одних исходных материальных ресурсов другими. Гораздо сложнее оказалось решить проблемы деградации локальных экосистем и биосферы в целом, которые обеспечивают формирование ассимиляционного потенциала планеты, а также разрушения энергетической системы Земли, вследствие перепроизводства энергии человеком.

**Цели и задачи Третьей промышленной революции.** Эти и другие противоречия (о последних не позволяет подробно говорить ограниченный объем раздела), которые были неразрешимы в рамках индустриального общества XX века, была призвана разрешить Третья промышленная революция. Основные её компоненты (цифровые технологии, массовая компьютеризация и сетизация населения) зародились на излёте именно второй волны промышленных трансформаций.

Основные задачи, которые должна решить Третья промышленная революция, принципиально отличаются от задач двух её предшественниц – Первой и Второй промреволюций. В ходе последних человечество пыталось нарастить своё материально-энергетическое могущество, соревнуясь в этом с природной стихией. Достаточно сказать, что в 1950-е годы во многих странах девизом было: «всё, что большое, – красиво!»

Для Третьей промышленной революции ходом истории была задана другая цель: на новом витке социально-энергетического развития вернуться к гармонии с природой через трансформацию производственных систем, экологизацию общественного уклада и стиля жизни и преобразование самого человека. В этих условиях нужно стремиться не к увеличению масштабов, мощностей и форм общественного производства, а к их миниатюризации, сопровождающейся ростом производительности, увеличением функциональных возможностей, повышением эффективности экономических систем.

Как и в двух предыдущих промышленных революциях, в Третьей – трансформационным сдвигам подвергаются все три группы системоформирующих факторов экономических систем: материально-энергетические, информационные и синергетические. Однако на современном этапе эстафета лидерства переходит к *синергетическим* факторам. Именно они призваны интегрировать отдельные компоненты локальных экономических систем в единое системное целое – глобальную экономику «космического корабля» Земля. Именно так это происходит в природе, где отдельные локальные экосистемы, объединяясь, формируют единую биосферу планеты.

Одной из важнейших задач трансформации *материально-энергетической основы* экономики в ходе Третьей промышленной революции является её гармонизация с природной средой. Это предполагает, прежде всего, дематериализацию систем производства и потребления продукции, иными словами, их значительное «облегчение», т.е. снижение материалоёмкости и энергоёмкости на единицу производимой продукции (выполняемой работы) и на одного проживающего на земле человека, жизнедеятельность которого нужно обеспечить всем необходимым. Кроме того, задача экологической гармонизации материально-энергетической основы обуславливает необходимость перехода на органически сочетающиеся с экосистемным метаболизмом вещества и замкнутые циклы использования ресурсов. Не случайно, в английском языке применительно к экологически благоприятным изделиям используются термины: «environmental friendly», «natural sound», означающие *дружественность* по отношению к природной среде или *созвучность* с природой.

Как видим, причину Третьей промышленной революции следует искать в противоречиях экологического характера. Поводом же послужила крупнейшая в современной истории радиационная авария (максимального 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий) на АЭС Фукусима-1 (Япония). Именно она заставила пересмотреть стратегические планы развития ЕС. Во многих странах Евросоюза доля электроэнергии, вырабатываемой на атомных электростанциях, составляла в среднем от 30 до 40% (Болгария, Венгрия, Германия, Италия, Словения, Финляндия, Швеция). А в Словакии (54%) и во Франции (78%) более половины национальной электроэнергии производилось на АЭС (Бобылёв, 2016; Одессер, 2016). Шок от японской катастрофы был настолько силён, что заставил искать замену энергетическому атому. В относительно бедной на ископаемые энергоресурсы Европе проблема могла быть решена только через интенсификацию использования возобновимых источников энергии. Потянув за одно звено, Европе удалось привести в движение и ускорить процессы во всей цепи целостного системного явления под названием «Третья промышленная революция».

Нельзя не упомянуть и ещё об одной задаче, которую призвана решить Третья промышленная революция. Она должна изменить императив формирования сущностных начал человека. В частности, экономика должна перейти от обслуживания преимущественно материальных потребностей физиологической и экономической природы человека (т.е. «человека-био» и трудовой сущности «человека-трудо») к обеспечению системного личностного развития социальной сущности человека («человека-социо»).

В ходе Третьей промышленной революции предпосылки формирования «зелёной» экономики закладываются через триединую систему взаимодействия материально-энергетических, информационных и синергетических факторов.

### **17.3. Трансформация материально-энергетической основы в ходе Третьей промышленной революции**

Можно выделить несколько ключевых направлений трансформации материально-энергетической основы.

**Переход к возобновимым источникам ресурсов.** Прежде всего речь идёт об энергетических ресурсах. «Зеленая» энергетика (солнце, ветер, геотермальное тепло, приливная энергия) позволяет вообще обходиться без топлива и химических процессов его сжигания. Это значит, из производственных циклов исключаются целые отраслевые звенья, обеспечивающие: добычу ископаемых ресурсов, рекультивацию нарушенных ландшафтов, транспортировку сырья (вагонами / сухогрузами – в случае угля или цистернами / трубопроводами / танкерами – в случае нефти и газа), сжигание топлива в электростанциях; изготовление очистного оборудования и утилизацию отходов, а также процессы создания машиностроительных и строительных предприятий, где формируются мощности для реализации всех упомянутых процессов. Хотя, безусловно, нельзя забывать, что создание самих установок для генерирования возобновимой энергии тоже не может обойтись без значительных издержек.

Нельзя не признать, в прочем, что такие направления возобновимой энергетики, как солнечная и ветровая, обеспечивают производство энергии с минимальными затратами труда на стадии их эксплуатации. Американский экономист Дж. Рифкин назвал это явление энергией «с нулевыми переменными издержками». Кроме того, по сравнению с углеродной и атомной энергетикой при эксплуатации возобновимых источников энергии практически исключаются затраты, материализованные в добычу и переработку исходных энергоносителей.



В принципиальной жизнеспособности возобновимых источников энергии убеждают примеры, фиксирующие два своеобразных рекорда, которые были ими поставлены. По данным Института систем солнечной энергии общества Фраунгофера (Fraunhofer ISE), в один из солнечных дней, а именно 9 июня 2014 года, солнечными батареями Германии было произведено более половины (50,6%) энергии, потребленной в этот день в стране (Новый, 2016). Ещё больше впечатляет второй рекорд: 9 июля 2015 года, в день, который выдался необычно ветреным, ветроэнергетика Дании выработала 144% электроэнергии потреблённой в этот день в стране (Denmark, 2015).

Переход на ВИЭ имеет чрезвычайно большое значение для большинства стран. Это является одним из шагов к обеспечению их энергетической независимости и последующей реструктуризации хозяйственных систем в направлении формирования «зелёной» экономики. Отрадно, что в последнее время предпринимаются активные усилия к внедрению альтернативных подходов в энергетику большинства стран.

В подтверждение сказанного приведём ещё несколько фактов.

В 2015 г. мощности ветровых электростанций в мире впервые превысили мощности АЭС (Турлікьян, 2016).

В 2015 г. мир снизил потребление угля на 47 млн тонн (Яковлева, 2016 а).

В США количество работников «солнечной» сферы впервые превысило по этому показателю нефтяную промышленность (Турлікьян, 2016, б).

В 2015 г. инвестиции в возобновимую энергетику достигли 329 млрд долларов (Федосенко, 2016).

2015-й стал годом, когда себестоимость солнечной и ветровой энергии стала ниже себестоимости атомной энергии и почти сравнялась с себестоимостью получения энергии на угольных электростанциях (Solar Power, 2016; Solar Power and Wind, 2016).

Количество солнечных установок в мире увеличилось на 34% в 2015 году (Solar Power, 2016).

На Саммите глав государств по климату (Париж, декабрь 2015) был представлен проект по полному переводу на возобновимые источники энергии (ВИЭ) 139 государств. В их числе – Украина (Для 139 стран, 2015).

Ещё одним эффективным направлением ВИЭ является биогазовая энергетика. Биогазовые способы получения энергии используют химические способы дегазации отходов. Тем самым они способствуют формированию замкнутых циклов использования сырья, значительно экологизируя в целом энергетическую основу промышленности.

Сегодня европейские биогазовые установки в состоянии, заменить 15 угольных электростанций со средней мощностью 500 МВт (Тенденции, 2016).

*Эффективное аккумулирование энергии.* Данное направление развития технологических систем позволяет устранить противоречие во времени между тем, когда можно производить энергию, и тем, когда возникает потребность в её использовании. Тепловые электростанции работают наиболее эффективно при постоянном режиме работы, т.е., если выработка ими энергии на протяжении суток остаётся постоянной. Атомные электростанции вообще не могут менять режим своей работы. Если они остановятся, то это уже надолго.

Потребность же в электроэнергии всё время изменяется. Например, днём (когда работает большинство предприятий) она значительно выше, чем ночью, когда останавливаются заводы и люди ложатся спать. Пока люди не научились в большом количестве аккумулировать электроэнергию, они вынуждены её просто терять. На ночь останавливаются многие мощности электростанций, чтобы не произвести больше энергии, чем её используют. В противном случае может произойти беда, и электросети выйдут из строя от избыточного напряжения.

Ещё больше будет потребность в аккумулировании электроэнергии, когда в полной мере станут использоваться солнечные и ветровые генераторы. Ведь солнце и ветер бывают не всегда. И пока они есть, нужно пользоваться ситуацией – производить энергию, хотя именно в это время потребности в ней и не будет... Однако такое целесообразно делать, только в том случае, если в распоряжении человека окажутся надежные аккумуляторы, позволяющие накапливать и запасать энергию в неограниченном количестве.

Часть проблемы позволяют решить уже привычные нам электроаккумуляторы... Но только часть... Ведь лишней энергии (к тому же бесплатной) станет очень много. Уже сегодня бывают дни, когда, например, в Дании ветровые установки производят намного больше электроэнергии, чем её потребляет эта страна... А в Германии и Испании порой солнечными генераторами покрывается более половины всех энергетических потребностей страны. И это только начало... Неужели отказываться от дармовой энергии?

В данных условиях значительные перспективы связываются с развитием *водородных* технологий. Водород как один из видов экологически чистого топлива (при сгорании образуется обычная вода) одновременно может быть использован в качестве ключевого агента при аккумулировании энергии.

Безусловно, обо всём этом люди знали и раньше. Но широкому использованию водорода мешало одно обстоятельство. Дело в том, что для получения водорода в обычных условиях нужно затратить больше энергии, чем удаётся получить при его сжигании. По экономическим соображениям использование такого процесса теряло смысл. Зачем сжигать уголь, газ или даже ядерное топливо, чтобы получить водород, который потом тоже придётся сжигать?

Ситуация изменяется, если на смену топливным энергоносителям приходит солнце, ветер и другие альтернативные источники энергии. Ведь они могут давать бесплатную энергию даже в те периоды, когда в ней отсутствует потребность (например, ночью). Либо даже в дневное время производить избыточное количество энергии (скажем, из-за аномально сильного ветра), на которое не рассчитывает экономика. Неужели нельзя сберечь эту энергию? Вот её-то и можно пустить на «заготовку» водорода. Всё равно она попусту может быть растрочена. Так что, развитие возобновимых источников энергии (солнце, ветер) должно быть неразрывно связано с совершенствованием аккумуляционных технологий.

Кроме перечисленных направлений развиваются и другие технологии, использующие естественные свойства объектов и явлений природы. В настоящее время можно выделить пять основных направлений, которые в той или иной степени обещают стать перспективными для их коммерческого развития: *гидроаккумуляция* (связано с естественным и искусственным подъёмом уровня воды в периоды переизбытка производства энергии и утилизацией накопленной энергии в пиковые периоды), *электроаккумуляция*, *водородные технологии*, *тепловое аккумуляция*, *химическое аккумуляция* (связанное с целенаправленным изменением свойств веществ за счёт избытка энергии или накоплением органических веществ с последующим получением биогаза или электричества).

В пустыне Атакама (Южная Америка) реализуется проект крупнейшей электростанции, объединяющей солнечную и гидравлическую генерации. В течение дня электроэнергия, полученная за счет солнечных панелей будет поднимать морскую воду по туннелю на вершину горы, где вода будет храниться в природных резервуарах. Ночью электроэнергия будет генерироваться за счёт падения воды (Грандиозный, 2016).

Фирмой «Шнайдер электрик» («Schneider Electric») разработана умная система аккумуляции энергии. Система сама выбирает режимы накопления энергии (при избытке солнечной и ветровой энергии) и её отдачи объектам инфраструктуры, если в этом возникает потребность (Яковлева, 2016 б).

Новые аккумуляторы от Самсунг позволяют автомобилю проехать до 600 км на одной зарядке (Турлікьян, 2016, а).

Швейцарские учёные представили очень дешёвую и обладающую наибольшим на сегодня КПД преобразования (12,3%) систему получения водородного топлива (искусственного фотосинтеза воды) за счёт энергии солнца (Разработана, 2016).

В США в штате Невада солнечная электростанция круглосуточно даёт электроэнергию. Днём она не только генерирует ток, но и нагревает до температуры свыше 500°C гигантский соляной стержень. За счёт этого тепла электростанция работает и в ночное время (Федосенко, 2016, а).

Исследователи из Массачусетского технологического института (МТИ) разработали новый материал, способный хранить солнечную энергию в виде химических изменений, а не самого тепла. Химическая система может сохранять энергию неопределённо долго в стабильной молекулярной конфигурации. Отдача энергии может быть инициирована небольшим толчком тепла, света или электричества (Разработан новый, 2016).

В Тихоокеанской северо-западной национальной лаборатории разработан аккумулятор на жидких электролитах. Они заменяют дорогие металлические электролиты (литий-ионные батареи). Это позволяет снизить себестоимость хранения энергии на 60% и улучшить другие показатели (прежде всего, экологическую чистоту и устойчивость во времени) (Новый аккумулятор, 2016).

***Политика ресурсосбережения.*** Можно говорить о двух направлениях реализации ресурсосберегающей политики. Первое – связано с проведением различных технических и организационных мероприятий по *экономии ресурсов* (сырья, вспомогательных материалов, топлива, энергии), *предотвращению порчи или непроизводительной убыли* сырья, *теплоизоляции* зданий и пр. Второе (и ему принадлежит ведущая роль) – основано на технологическом *снижении ресурсоёмкости* (Пильцер, 1999).

За последние 20 лет вес фото- и видеокамер, магнитофонов, аккумуляторов снизился в разы, а то – и на порядок. За сорок лет топливёмкость автомобилей уменьшилась почти в 10 раз (с 20 до 2 литров на 100 км пути) (Вайцзеккер и др., 2000; Вайцзеккер и др., 2013). Переход фото- и киноиндустрии на цифровые технологии сделали ненужной целую отрасль, занятую производством фото- и киноматериалов (плёнки, бумаги, химических агентов). Кроме того стало ненужным и производство оборудования, необходимого для проявления, закрепления, печати соответствующей продукции. Наглядным следствием указанных процессов, в частности, является банкротство всемирно известной фирмы «Кодак», более ста лет исправно обслуживавшей рынок фотоматериалов.

Очень убедительно об этом явлении сказал на Давосском международном экономическом форуме 2016 года Пьер Нантерме: «Цифровые технологии (digital) – это основная причина, по которой более половины

компаний, находившихся в списке «Фортуна 500», исчезли оттуда с 2000 года» (9 quotes, 2016).

Снижению ресурсоёмкости способствует и всестороннее внедрение энергосберегающих технологий на производстве и в быту.

Обобщая сказанное, можно выделить несколько направлений развития экономических систем, обеспечивающих снижение ресурсоёмкости их функционирования:

- меры по масштабному ресурсосбережению (например, теплоизоляция зданий, применение менее энергоёмкого оборудования, пр.);
- использование ресурсосберегающих (в частности, нересурсоёмких и малоотходных) технологий;
- использование эффективных ресурсосберегающих режимов работы;
- использование природосберегающих технологий, снижающих экологические последствия и сопряженные с этим издержки.

При этом следует отметить, что не только последнее, но и каждое из названных направлений в той или иной степени носит также природосберегающий характер.

**Использование новых материалов.** Целенаправленное изменение свойств материалов является чрезвычайно эффективным направлением ресурсосбережения, так как позволяет воздействовать на ресурсоёмкость всей экономической системы. В частности, это даёт возможность снижать ресурсоёмкость производственных систем на трёх стадиях: при *производстве исходных ресурсов, изготовлении самого материала и использовании* его в технических системах.

Так, благодаря волоконно-оптической связи (кварцевое, стеклянное или полимерное волокно), удалось повысить скорость передачи информации более, чем на 5 порядков. Один световод способен легко заменить целый кабель, содержащий несколько сотен металлических проводов. В частности, один световод, имеющий диаметр около 1,5 см, может с успехом заменить телефонный кабель 7,5 см в диаметре, содержащий 900 пар медных проводов. Он также имеет целый ряд других существенных преимуществ (Волоконно-оптические, 2015).

Кроме того, что новые материалы при их несоизмеримо более высоких функциональных свойствах позволяют заменить целый ряд дорогих и ресурсоёмких (при их производстве) материалов, они, как правило, значительно (часто на порядки) снижают ресурсоёмкость выполняемых ими функций.

В частности, теплоприток при передаче сигналов в каналах связи из волоконных светодиодов примерно в 100 раз меньше теплопритока передачи сигналов по кабелям из никеля (Оптическое, 2015).

Но и этим ресурсосберегающие эффекты применения новых материалов не ограничиваются. Обычно имеет место также значительный эффект, обусловленный существенно меньшей материалоемкостью и энергоёмкостью их производства по сравнению с заменяемыми ими материалами.

**Дематериализация транспортных процессов.** Можно выделить три основных направления трансформации экономических систем, позволяющих в значительной степени дематериализовать осуществление транспортных процессов:

- создание и внедрение новых способов беспроводной передачи энергии;
- замена транспортировки материальных изделий передачей их информационных образов;
- снижение энергоёмкости и материалоемкости функционирования непосредственно транспортных средств.

В настоящее время успешно отрабатываются новые способы передачи энергии на основе ультразвукового, микроволнового и лазерного методов, а также при помощи электростатической и электромагнитной индукции (Омесь, 2015). В случае масштабной реализации это позволит значительно (в разы) снизить материалоемкость и энергоёмкость передачи энергии.

Информатизация производства и широкое использование 3D-принтеров создают предпосылки для ускоренной дематериализации не только производственных операций, но и транспортных процессов. Появляется возможность передачи не материальных субстанций, а информационных образов (файлов, алгоритмов, программ), с последующей материализацией изделий на месте применения.

Ярким примером, иллюстрирующим потенциал данного направления, является доставка американцами на космический корабль гаечного ключа посредством передачи информационного образа (файла) и его материализации при помощи 3D-принтера (Омесь, 2015).

Существенные возможности значительного снижения топливоёмкости транспорта раскрываются в связи с электрификацией автомобилей. В будущем, по мере перехода производства самой электроэнергии на возобновляемые источники энергии, этот эффект будет ещё больше усиливаться за счёт экологической составляющей.

Успешному коммерческому распространению электромобилей способствуют достигнутые их технические характеристики: запас хода – от 100 до 400 км, развиваемая скорость до 200 км/час, разгон до 100 км/час – за 3 секунды.

Ускоренными темпами создаются сети заправки электромобилей. Скорость экспресс-заправки (до 75-80% ёмкости аккумуляторов) достигает 20-30 минут (Электромобили, 2015).

Сегодня массовый выпуск электромобилей освоили ведущие автопроизводители мира: Audi, BMW, Chevrolet, Citroen, Daewoo, Mercedes, Nissan, Porsche, Renault, Rover, Tesla-Motors, Toyota, Volkswagen и др. (Купить, 2015).

**К динамичным формам материальных активов.** В вышеупомянутой статье К. Боулдинг высказал мысль о целесообразности повышения срока службы используемых материальных активов: «Мы жили бы гораздо лучше, если бы имели одежду, которая не изнашивается, и дома, которые не разрушаются с течением времени...» Между тем, видимо, напротив более уместно предположить, что приметой времени призвано будет стать возрастание темпов качественных преобразований экономических систем в силу быстрого морального устаревания используемых производственных и бытовых активов.

Другое дело, что процессы трансформации должны будут осуществляться с минимумом производственных затрат и экологических издержек. Одним из путей достижения этого может быть использование модульной системы формирования производственных активов, допускающей реализацию «принципа трансформера» в сочетании с использованием легко утилизируемых материалов.

В частности, сегодня в Германии дома начинают строить из нового (хорошо забытого старого) строительного материала под названием *солома*, с небольшим количеством связующих материалов (глины), с соответствующей огнеупорной пропиткой и применением несущих каркасов из современных прочных материалов.

#### **17.4 Трансформация информационной основы экономических систем в ходе Третьей промышленной революции**

Говоря о трансформации информационной основы, мы имеем ввиду изменение содержания информационных принципов формирования производительных сил и систем потребления продукции. Это предполагает новые информационные алгоритмы разработки используемых техноло-

гий, конструирования дизайна производимой продукции, формирования потребительских моделей и стилей жизни.

**Научное сопровождение технической модернизации.** Описанные выше направления трансформации материальной основы могут быть реализованы только на основе новых научных идей в области получения и переработки материалов и энергии. Благодаря полученным прорывным научным результатам, в частности, резко увеличилось многообразие технологических принципов реализации альтернативной энергетики, работающей на возобновимых источниках. В каждой её составляющей (солнечная, ветровая, биогазовая и др.) сегодня успешно развиваются сразу несколько направлений.

Например, благодаря научным прорывам и технологическому прогрессу удаётся значительно увеличить количество эффективных направлений в солнечной энергетике. В солнечные батареи превращаются не только крыши домов, но и окна помещений, а кроме того, человеческий волос, растения, транспортные магистрали и много чего ещё. Технически реализована идея «солнечного дерева», каждый листик которого («напечатанный», кстати, при помощи 3D-принтера) представляет собой миниатюрную солнечную электростанцию (Ильченко, 2015).

Не менее важным является колоссальный рост эффективности альтернативных энергосистем. С 1977 по 2014 г. (т.е. менее, чем за 40 лет) стоимость 1 Вт установленной мощности фотоэлектрических элементов снизилась с 76,67 до 0,74 долларов за Ватт, т.е. более, чем в 100 раз (!) Соответственно, снижается и стоимость производимой энергии (Литвинова, 2015), уже сегодня достигнув уровня традиционной энергетики.

Научные успехи позволяют утилизировать различные виды возобновимой энергии, разлитой по планете. Становится реальным использовать не только энергию солнца. Источником энергии может стать любая разница потенциалов; иными словами, перепад температур, давления, высот, химических характеристик. Обретает черты вполне реальных технических проектов то, что ещё недавно казалось лишь вымыслом писателей-фантастов или шутками юмористов. В источники энергии начинает превращаться буквально всё, что движется, включая нашу обувь (Обувь, 2016).

Появились конструкции ветровых генераторов, способных улавливать буквально легкое дуновение ветра. Они совсем не похожи на ставшие уже привычными огромные лопасти ветровых мельниц и скорее напоминают детские вертушки, но, собранные в большом количестве, становятся ощутимым источником энергии. Появились воздушные электростанции, способные работать вообще при полном штиле. Они исполь-



зуют перепад давлений на различных высотах (до 700 м) (В США, 2016). В Швеции в электростанцию превратилась телевышка. Для этого она была обвешана тысячами электростатических соломинок, вырабатывающих электроэнергию от трения между собой. Такие электрогирлянды к тому же в корне изменили облик банального инженерного сооружения, которое приобрело черты вполне привлекательного архитектурного объекта (Мохнатый, 2015). В Америке электростанцией стала автомагистраль, где энергию вырабатывают несущиеся по ней автомобили. А в Европе подобным образом научились утилизировать энергию велосипедов, едущих по велодорожкам (Перелёт, 2015; Лищук, 2015).

В развитых странах привычным явлением становится использование перепада температур под землёй и на её поверхности. Речь идёт об использовании так называемых тепловых насосов. Зимой они могут служить для обогрева помещений, а летом – для их охлаждения. Причём, и первое, и второе обеспечивается с минимумом затрат энергии.

Расширяется спектр техпроцессов, утилизирующих химическую энергию трансформации отходов биомассы (производство биогаза, биоэтанола, биодизеля, пр.).

Чрезвычайно важным научным направлением становится совершенствование процессов аккумуляции энергии. Как было уже сказано, колоссально возросли скорость зарядки электроаккумуляторных батарей и их ёмкость (В Стэнфорде, 2015). В Германии около полумиллиарда евро запланировано инвестировать в совершенствование технологии водородных топливных элементов, которые могут превратиться в эффективные аккумуляторы энергии (Перелёт, 2015; Жизнь, 2015).

**Информатизация производства, логистики и сбыта.** Информация становится приоритетным фактором экономических систем. Информация всё больше начинает играть роль *предметов* и *орудий* труда. Сегодня информационные системы являются неотъемлемой частью практически всех основных фондов. О чём мы писали в предыдущей главе.

Сегодня формируются (и в значительной степени реализуются на практике) целый ряд «умных» систем различного уровня: производственной операции, рабочего места, цеха, завода (smart manufacturing), здания, транспортной магистрали, города (инфраструктуры), страны. Например, подобные системы логистики (Google transport) уже действуют во многих странах, включая Украину.

В Китае на модернизацию транспортной инфраструктуры планируется выделить гигантские инвестиции – до 62 млрд. долларов. В Германии на реализацию «High-Tech Strategy 2020» планируется выделить 15 млрд. евро (Ерёмина, 2015).

В ЕС формируются основы *ЭнерНет* – информационно-энергетической активной системы (энергетического аналога Интернета), обеспечивающей *сбор* (от многочисленных источников), *передачу, хранение, преобразование и использование* электрической энергии в наиболее эффективном режиме. Фактически ЭнерНет является гигантским международным интеллектуальным предприятием (Перелёт, 2015).

Сейчас в Китае планируется более 500 «умных» городов. Задачи, которые ставятся перед ними – оптимизация энергоснабжения, коммунального хозяйства, логистики, транспортных потоков, мониторинг и контроль экологической ситуации и многое другое. Многие из этих задач начинают решаться уже в настоящее время. Так, в городе Чжаныцзян (между Шанхаем и Нанкином), благодаря использованию Интернета вещей для управления инфраструктурой и ресурсами, удалось сократить объем углеродных выбросов почти на 7 тыс. тонн и сэкономить на топливе 17 млн юаней (2,7 млн долларов). С помощью информационных технологий жители и гости города могут получать на смартфоны актуальную информацию об автобусных маршрутах, наличии парковочных мест и велосипедов в пунктах проката (Смогут ли, 2016).

***Революция в материаловедении.*** Уже сегодня становится реальностью массовое использование 3D-принтеров на производстве и в быту. Это создает предпосылки для широкого использования *аддитивных* (от англ. add - прибавлять) технологий, которые создают материальные предметы последовательным наращиванием материальных субстанций, а не «отсечением ненужного», на чём были основаны бытовавшие ранее субстративные методы производства.

*Аддитивные методы* производства позволяют реализовать значительные преимущества (Определение, 2015; Самойлов, 2014; Щедровицкий, 2014), в том числе:

- неограниченные возможности *конструирования*;
- *бесплатность* обеспечения сложности;
- *бесплатность* обеспечения вариативности;
- минимальную *отходность*;
- изготовление под *требования индивидуального заказчика* с минимальным изменением стоимости производства;
- возможность внесения изменений *в последний момент*;
- исключение этапа *сборки*;
- *прямая материализация* информационных образов (в том числе, задаваемых непосредственно голосом человека, а в перспективе – и мысленно).

Переход на аддитивные методы производства сопровождается также революцией в материаловедении. Сегодня материалы всё больше превращаются из вещественных *субстанций*, свойства которых достигаются

в ходе продолжительных производственных процессов, в «конструкции», нужные характеристики которых закладываются *непосредственно в процессе производства* из них создаваемых изделий.

Более того, реальностью становится конструирование композитных материалов с управляемыми свойствами, которые могут изменять свои характеристики и форму уже после их создания, исходя из конкретных задач и функций изделий (Краснянский, 2015; Загорский, 2014; Щедровицкий, 2014). Такая технология печати получила название четырёхмерной (4D), так как в ней добавлено четвертое измерение – время.

Сегодня всё более отчётливо вырисовываются задачи, которые призвано решать информационное обеспечение современного материаловедения, ориентированное на использование 3D-принтеров: а) увеличение сложности и многообразия производимых изделий; б) обеспечение гибкой вариабельности, т.е. возможности быстро и с минимальными издержками изменять свойств материалов; в) экологизация вещественной основы используемых материалов через максимальное приближение их к естественной основе; г) максимальное снижение стоимости материалов и стоимости оборудования, работающего с этими материалами (3D-принтеров).

Команда учёных из Лаборатории информатики и искусственного интеллекта (CSAIL) Массачусетского технологического института представила новый 3D-принтер, который работает сразу с *десятью* (!) различными материалами и использует методику 3D-сканирования, которая позволяет экономить время и деньги во время производства. Кроме того, сам 3D-принтер дешевле и удобней, чем существующие аналоги. Учёные уже напечатали на нём чехлы для смартфонов, светодиодные линзы, оптоволоконные кабели и многое другое (Горина, 2015).

В печати появились сведения о возможном существенном снижении стоимости 3D-принтера. В частности, такое устройство может стоить не больше холодильника – в пределах 180 долларов США (Загорская, 2015 а).

Учёные из Технического университета Чалмерса (Швеция) научились изготавливать «чернила» (так называют материалы, с которыми работают 3D-принтеры) для 3D-биопринтера из целлюлозы – самого распространённого органического соединения планеты, которое совершенно безболезненно воспринимается и утилизируется экосистемами планеты по завершению эксплуатационного срока изделия. Более того, путём добавления углеродных нанотрубок учёные смогли получить материалы, проводящие электричество (Доронин, 2015).

Заимствуя принцип изготовления осами своих гнезд, итальянские инженеры разработали технологию производства домов при помощи 3D-принтеров из грязи и глины. Работа этих насекомых, методично слой за

слоем выкладывающих свои гнёзда, очень напоминает действия 3D-принтера, а материал идеально соответствует экологическим требованиям (Загорская, 2015).

***Конвергенция в производстве и потреблении.*** Достижения науки сделали реальным ещё одно очень важное явление – *конвергенцию*.

Слово «конвергенция» происходит от английского *converge*, что означает «сводить в одну точку», «сводить воедино». Применительно к производству, бизнесу и потреблению, конвергенция предполагает объединение нескольких свойств и функций в одном предмете или устройстве для дальнейшего использования этого устройства в различных целях (Толмачёв, 2015). Таким образом, под *конвергенцией* обычно подразумевается *многофункциональность*.

Один из продуктов конвергенции каждый современный человек носит с собой. Это его мобильник, который вмещает всё то, что ещё несколько лет назад было отдельным, причём довольно объемным предметом: компьютер, телефон, фотоаппарат, видеокамера, фонарик, записная книжка, часы-будильник, календарь и много ещё чего.

Процесс конвергенции стал возможен благодаря ещё одному научному достижению – колоссальной миниатюризации изделий. Особенно это касается средств обработки информации. Характер этого явления очень ярко описал классик постиндустриализма Д. Белл, хотя, заметим, с момента его высказывания прошло уже более 15 лет. Иными словами, это значит, что научные и технические свершения ушли далеко вперёд.

«Сегодня в одной крупнице интегральной схемы (чипа), стоимостью меньше доллара, сконцентрирована мощность десятков тысяч транзисторов со всеми соединяющими их проводниками. Его ёмкость – миллионы байт и быстродействие – триллионы операций в секунду» (Белл, 1999).

Еще более грандиозные перспективы сулит внедрение нанотехнологий, обещающее изменить до неузнаваемости не только производство, но и весь образ жизни человечества.

Сегодня при создании новых видов продукции основные затраты труда идут не на материальное производство, а на формирование информационного содержания изделий. По данным исследователей, при выпуске таких наукоёмких товаров, как компьютер, лишь четверть затрат труда идёт непосредственно на их изготовление (Агамирзян, 2015). Остальное приходится на работу научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и лабораторий, где формируются информационные алгоритмы функционирования изделий.

## 17.5 Трансформация синергетической основы как ведущего фактора Третьей промышленной революции

Нынче мы живём в эпоху, когда берёт разгон Третья промышленная революция. Как и в ходе двух её предшественниц, в ней трансформационным сдвигам подвергаются все три группы системообразующих факторов: материально-энергетических, информационных и синергетических. Однако в каждой из революций роль упомянутых групп факторов различна.

То, что в ходе Третьей промышленной революции основой происходящих трансформационных процессов становятся *синергетические* (коммуникационные) факторы, объясняется объективными причинами.

Во-первых, в производственном секторе «центр тяжести» переносится с крупных хозяйственных форм (мощных региональных электростанций, производственных гигантов, огромных перерабатывающих и обогащающих сырьё комплексов) на *сети*, состоящие из тысяч и даже миллионов маленьких производственных единиц (IT-предприятий, мини-энергетических установок, использующих 3D-принтеры производств). Они могут стать реальной производительной силой, лишь будучи объединёнными в целостные системы.

Во-вторых, сегодня реальностью становится деятельность трансграничных виртуальных производств, которые могут функционировать лишь на основе совершенных синергетических связей.

В-третьих, функционирование компьютерных (информационных) управляющих систем по принципу: «умный» завод, «умный» дом, «умный» город, «умная» транспортная магистраль, «умная» страна – также неосуществимо без аналитического и интегрирующего воздействия информационных сетей (прежде всего Интернета).

В-четвертых, сам Интернет как базовый фактор всепланетной памяти человечества стал продуктом синергетической интеграции локальных информационных систем.

На начало 2016 года число потребителей, регулярно использующих Интернет, составило более 2 млрд. человек, т.е. более 27% населения Земли. С 2000 по 2015 год удельный вес пользователей Интернета увеличился в 4 раза – с 6,5 до 27%. В Европе проникновение Интернета достигло 75%, в Северной и Южной Америке – 66%. А в таких странах, как Норвегия, Великобритания, Катар, Япония и ОАЭ превысило 90% (Пользователи, 2016). Количество пользователей мобильных телефонов, к концу 2015 года достигло 7 млрд. (т.е. практически сравнялось с количеством жителей Земли) (ООН, 2016). Прогнозируется, что именно благодаря интеграции сетей Интернет и мобильной связи количество Интернет-пользователей в 2016 году превысит половину жителей планеты. Объем электрон-

ной торговли достиг почти 15% всемирного объёма продаж (Интернет, 2015).

Фактически рубеж XX и XXI века и следует считать временем начала Третьей промышленной революции. Именно в этот период в полной мере соединились в единое целое – *Всемирную паутину* (www – World Wide Web) – три главных изобретения человечества, формирующих ключевые инструменты всепланетной памяти: *персональный компьютер, Интернет и цифровые технологии*. Они и обеспечили колоссальную скорость (быстродействие) реализации на глобальном уровне трёх ключевых функций памяти, а именно: фиксации, хранения и воспроизведения информации в любых её формах (печатных, аудио-, видео-). Это и послужило в конечном счёте причиной взрывного лавинообразного прогресса общественных отношений и технологий, в т.ч., через трансфер последних. Ибо скорость развития любых систем (в т.ч., социально-экономических) обусловлена именно характеристиками быстродействия их памяти.

**Сетизация производства.** В современных условиях реальностью становится создание «умных» (smart) управляющих систем, которые не только берут на себя функцию оптимизации в пространстве и времени производственных процессов, но и служат интегрирующим началом, объединяющим деятельность многих (зачастую, сотен, тысяч или, как в случае с энергетической системой *ЭнерНет*, – миллионов) хозяйственных звеньев. В частности, «умные» Интернет-системы успешно решают проблемы логистики производственных предприятий, включая задачи поиска оптимальных поставщиков ресурсов, оптимизации маршрутов их доставки, пр.

Подобные системы уже доступны пользователям во многих странах, включая Украину. Например, существующая система управления транспортными перевозками (Google-transport) в состоянии не только рассчитать наиболее эффективный маршрут доставки грузов в определённый пункт следования, но и подобрать груз на обратный путь – чтобы не возвращаться «порожняком».

Как уже отмечалось, сегодня создаются управляющие сети различных уровней: «умный» завод, «умный» дом, «умный» город, «умная» транспортная магистраль. Но все они формируются и функционируют на основе постоянной связи с Интернет.

**ЭнерНет (EnerNet).** Сама специфика «зелёной» экономики и функционирующей в её рамках «зелёной» энергетики требует коренной трансформации синергетической (коммуникационной) основы. Более того, можно уверенно утверждать, что без подобных преобразований ни «зелё-

ная» экономика, ни, тем более, «зелёная» энергетика реализованы быть не могут. Основные доводы сводятся к следующему.

В отличие от традиционной энергетики, которая основана на больших по объёму перерабатывающих мощностях, «зелёная» энергетика использует огромное количество (сотни миллионов единиц планируется только в ЕС) небольших генерирующих установок. Это предполагает значительную *деконцентрацию* источников энергии. Фактически каждая семья, оставаясь потребителем энергии, превращается в её производителя. Подобные разрозненные источники энергии могут стать реальной производительной силой только при условии, если они будут объединены в единые системные комплексы и информационно упорядочены.

Другой особенностью «зелёной» энергетики является узкая область условий функционирования каждого из видов получаемой энергии. В частности, солнечные генераторы работают только днём, ветровые – в ветреную погоду, биогазовые – преимущественно летом и осенью и т.д. Кроме того, каждый из них имеет свой собственный спектр оптимальных условий работы. Всё это обуславливает необходимость значительной *диверсификации* энергетической основы экономики.

И, наконец, третья существенная особенность связана с необходимостью *интеграции* энергетических мощностей в единые комплексы не только в масштабах страны, но и в масштабах крупных трансграничных регионов. В частности, в дневное время экономику Европы могут питать солнечные электростанции южных стран, а в ночное время – энергию будут поставлять гидроэлектростанции Скандинавии.

Сегодня в Евросоюзе реальностью становится создание информационно-энергетической сети – своеобразного энергетического аналога Интернета. Безусловно, сама идея создания единой энергетической сети, охватывающей значительную территорию не нова. Подобные сети действуют в таких крупных государствах, как США, Китай, Индия. Единая энергосистема действовала в Советском Союзе. Она продолжала функционировать и в образовавшихся после его распада государствах.

Опыт функционирования подобных сетей используется при формировании ЭнерНета. Однако уровень информационной сложности задач, решаемых последним несопоставимо выше. Если прежние энергосистемы должны были главным образом заниматься перераспределением энергии, то комплекс задач энергосистем нового поколения значительно больше. Они должны будут обеспечивать *сбор* (покупку) электроэнергии от миллионов экономических субъектов, использующих сотни миллионов различных генераторов разных видов и типов, её *кондиционирование* (доведение

до стандартных параметров), *передачу, хранение, преобразование и использование* энергии в наиболее эффективных режимах, а также обеспечение устойчивости энергосистем. Кроме того, решаются сложнейшие экономические задачи покупки и продажи энергии с её многофакторной тарификацией.

**Виртуальные предприятия.** Формирование виртуальных предприятий позволяет реализовать принцип концентрации во времени процессов, деконцентрированных в пространстве. Благодаря созданию производственных сетей, предприятия, находящиеся в различных пространственных условиях – зачастую в различных уголках земного шара – могут интегрировать свою деятельность в единые производственные циклы.

Подобные примеры демонстрируют многие известные компании мира, в частности, транснациональные корпорации «Боинг» и «Аэробус». Ещё один пример – компания CISCO-system, которая контролирует производство около половины компьютерного оборудования в мире. В деятельности компании участвуют 38 крупнейших мировых предприятий в разных странах. Но только два предприятия принадлежат ей непосредственно (Возможна, 2015).

Сегодня на мировом рынке можно выбрать себе в партнёры любое предприятие, которое вам комплементарно (т.е. дополняет ваши возможности) по какому-либо сегменту своей деятельности. Это предприятие будет самостоятельно обеспечивать свою логистику, кадровую и техническую политику, а также решать все производственные и маркетинговые вопросы по всем остальным сегментам своей деятельности.

**Горизонтально распределённые сети.** Одной из особенностей современного развития производительных сил является формирование горизонтальных связей, соединяющих непосредственно (т.е. без посреднических структур) производителей и потребителей изделий и услуг. Этому способствует ряд предпосылок: во-первых, перенос «центра тяжести» с материальных на информационные средства производства (программы, алгоритмы, базы данных) и обобществление последних; во-вторых, деконцентрация источников энергии, при которой появляются миллионы собственников относительно недорогих единичных мощностей; в-третьих, появление дешевых производственных средств в виде 3D-принтеров, доступных большинству членов общества. В конечном счёте мы становимся свидетелями формирования нового типа экономических отношений. В результате закладываются основы *солидарной экономики*, при которой производители и (что важно) они же в большинстве – собственники средств производства объединяются в единые производственно-потребительские



тельские сети, где получают возможность активно влиять на процессы управления производством и распределением доходов.

**«Облачные» технологии (Cloud technologies).** Данный вид технологий позволяет использовать сети для реализации различных производственных процессов, связанных с обработкой информации, за пределами мощностей конкретного предприятия (в том числе, конкретного компьютера или IT системы).

Подобным образом могут выполняться операции: обработки и хранения информации (включая электронные письма), поиска, систематизации и актуализации (т.е. обновления) данных, реализации вычислений, использования компьютерных программ, приложений, баз данных, систем безопасности, интеграционных пакетов и многое другое (Облачные, 2016).

Все эти функции выполняются на удалённом от пользователя сервере через Интернет, как бы на «своеобразном «облаке» (отсюда и название технологий). Но фактически каждый отдельный житель Земли начинает пользоваться услугами всепланетной системы памяти. Это колоссально повышает эффективность экономических процессов, многократно ускоряет процессы накопления, фиксации (закрепления) и воспроизведения информации, что закладывает предпосылки для беспрецедентного увеличения темпов развития человеческой цивилизации.

## 17.6. Контуры Четвертой промышленной революции

Четвертая промышленная революция (получившая также название «Индустрия 4.0»), логически продолжает траекторию Третьей промышленной революции, в которой именно *синергетическая* основа является движущей силой развития социально-экономических систем.

Значительный резонанс проблематика Четвёртой промышленной революции получила после выступления на Международном экологическом форуме в Давосе (январь, 2016) одного из главных теоретиков феномена «Индустрия 4,0» швейцарского экономиста Клауса Шваба. Сам он охарактеризовал это явление как *размывание граней между физическими, цифровыми и биологическими сферами* (Schwab, 2016).

Впервые концепция Четвёртой промышленной революции была сформулирована на Ганноверской выставке в 2011 году, на которой это явление было определено как внедрение *киберфизических систем* в производственные процессы.

Лидерство в Четвёртой промышленной революции взяла на себя Германия, разработавшая частногосударственную программу «*Industrie*

4.0», в рамках которой крупные немецкие концерны при грантовой поддержке исследований Федеральным правительством создают полностью автоматизированные производства, на которых линии и изделия взаимодействуют друг с другом и потребителями в рамках концепции *Интернета вещей*, за счёт чего обеспечивается выпуск индивидуализированной продукции (Industrie 4.0, 2016).

Предполагается, что киберфизические системы будут объединены в единую сеть с формированием внутри неё своеобразных локальных «экосистем», функционально обслуживающих, скажем, определённый дом, предприятие, город. Как видим, искусственные технические системы объединяются в целостную глобальную сеть (систему), в чём-то напоминающую биосферу, объединяющую живой мир планеты.

На основе анализа ряда публикаций (Schwab, 2016; Industry 4.0, 2016; Назаров, 2016) автором сформулированы важнейшие функции, которые упомянутые киберфизические системы должны будут выполнять *без участия человека*:

- *обмен информацией* (своеобразного «общения» друг с другом) в режиме реального времени;
- *контроль параметров* внешней среды и своих собственных;
- *самоактивизация и остановка* при определённых информационных сигналах;
- *самонастраивание* на оптимальные режимы работы;
- *прогнозируемое* (опережающее, профилактическое) самообслуживание систем;
- *взаимодействие с производимыми ими товарами* (если речь идёт о производственных системах);
- *адаптация под новые потребности* потребителей;
- *определение оборудования*, необходимого для производства требуемых товаров или удовлетворения новых потребностей;
- *самообучение* новым приёмам работы.

В частности, в «умном» доме можно будет удалённо от дома через смартфон закрывать и открывать двери, включать и выключать свет, пылесос, следить за безопасностью дома. Впрочем, по-настоящему «умный» дом сможет всё это делать самостоятельно (например, закрывать окна при неблагоприятной погоде и открывать – при хорошей), конечно, если вы его уполномочите делать посредством программы.

Одним из потенциальных преимуществ Четвёртой промышленной революции является возможность реализации идеи «сервис-ориентированного проектирования».

Илья Хель: «Связь между умными продуктами «Интернета вещей» и умными машинами, которые их производят, будет означать, что последние смогут производить себя самостоятельно и определять целевое производство в зависимости от нужд, выявленных ими же.

Если ваш телефон знает, что скоро «умрёт», он может уведомить завод, на котором будет поставлена в очередь задача произвести батарею для вашего телефона или вообще новый телефон, равно как и для других умных устройств. Когда ваш телефон отправится в корзину, другой уже будет ждать вас.

Этот процесс не ограничивается телефонами и другой сложной электроникой. От одежды до шампуней и мыл все можно будет ставить на поток без дополнительных затрат, которыми раньше сопровождались услуги индивидуальных дизайнеров. Объекты будут производиться индивидуально для вас напрямую, и уже не придётся выбирать из нескольких заранее определённых цветов, называя это персонализацией.

Исследования показывают, что главным стимулом индустриализации являются не столько выгоды потребителей, сколько потенциальные выгоды для многонациональных промышленников, которые первыми примут Индустрию 4.0» (Хель, 2016).

Не ставя перед собой задачи детализации многогранного явления «Индустрия 4,0», что в значительной степени уже сделано в ряде публикаций (Bloen et al, 2014; The Fourth, 2016; Schwab, 2016), остановимся лишь на некоторых вопросах, которые представляются важными с точки зрения понимания механизмов развития социально-экономических систем.

**Предпосылки «Индустрии 4.0».** Как нами было показано в главе 7, для возникновения любой самоорганизующейся открытой стационарной системы должны присутствовать ряд предпосылок.

**Предпосылки самоорганизации подсистем.** Чтобы возник синергетический системообразующий эффект, части (элементы) системы должны иметь возможность реагировать на изменения внешней среды (в частности, других систем) и своего собственного состояния. Этим обеспечиваются необходимые условия для *самоорганизации* технических и экономических систем.

Данный вопрос включает две составляющие: *материально-энергетическую* и *информационную*. Иными словами компоненты системы должны иметь *физическую возможность* контролировать параметры среды и своего состояния, а также изменяться, реагируя на их изменения. Для этого они должны располагать достаточными источниками энергии. Кроме того они должны быть способными *информационно* определять («чувствовать») изменения упомянутых параметров.

Концептуально обе задачи решены в ходе Второй и Третьей промышленных революций. Вторая промышленная революция подарила челове-

ству *электричество* (позволившее привести в движение технические системы), а также снабдила различными *приборами*, позволившими реализовать контроль физико-химического состояния различных сред.

Третья промышленная революция продолжила данную траекторию. Появились высокоэффективные *автономные источники энергоснабжения* (батареи, аккумуляторы), обеспечившие свободу передвижения (изменения) технических систем. Без них было бы невозможно создание беспилотных автомобилей, дронов, роботов.

Одновременно создаются *сенсорные системы* колоссальной точности и (что существенно) чрезвычайно высокой эффективности (минимальной ресурсоемкости).

Последнее чрезвычайно важно, так как само понятие «обеспечение физической изменяемости систем» предполагает не только теоретическую осуществимость определённых процессов (изменений), но и практическую реализуемость указанного явления в массовых масштабах с учётом экономических и экологических ограничений, накладываемых соответствующими характеристиками самих систем и ситуацией в обществе. Функционирование каких-нибудь нескольких сотен и даже тысяч дорогостоящих устройств по автоматизации быта (пусть даже и при помощи интернета), которые могут себе позволить только очень состоятельные семьи, при всём желании нельзя назвать революцией. Чтобы считаться революционным любое явление должно стать массовым, доступным большинству членов общества. Иными словами, чтобы феномен «Индустрия 4.0» был реализован, необходимо, чтобы и компьютеры, и интернет-подключения, и мобильные телефоны, и сами технические устройства стали бы дешёвыми (во всяком случае, ощущались бы такими для большинства).

Третья промышленная революция смогла решить задачи не только создания функционально пригодных необходимых технических средств, но и обеспечения их экономической доступности для массового потребления.

Сегодня технологии стали настолько дешёвыми, что, например, производство сенсоров и RFID-меток перешагнуло порог дешевизны в один доллар. Тем самым сделан решающий шаг к массовости (Четвёртая революция, 2016).

Таким образом, Третья промышленная революция создала технические (материально-энергетические и информационные) предпосылки *самоорганизации* систем.

**Предпосылки коммуникации.** Вторая группа предпосылок обеспечивает возможности *взаимодействия* отдельных технических устройств и

объединения их в единые материально-информационные сети. И здесь необходимо назвать два условия.

Одно из них – наличие коммуникационного *канала связи*. Роль его с успехом стал выполнять *Интернет*, получивший на рубеже XX и XXI веков массовое распространение.

По оценкам Cisco, к 2020 году к Интернету будет подключено 50 млрд различных устройств и объектов, хотя до сих пор 99% неодушевлённых предметов остаются неподключенными. Сетевая структура – ключевой элемент Интернета вещей (Сетевая, 2016).

Другое условие связано с наличием *универсального языка* общения, воспринимаемого всеми элементами системы. Таким средством общения стал *цифровой* (digital) язык. Именно он дал возможность приводить любые виды информации (печатной, ауди, видео, др.) к виду, позволяющему осуществлять процессы её передачи, переработки, хранения, но главное однозначного восприятия компьютерами, мобильными телефонами и другими техническими средствами. Первые общедоступные цифровые фото- и видеокамеры начали внедряться с начала 1990-х годов. Это можно считать и началом цифровой революции.

Именно *цифровые технологии* становятся связующим звеном между информационными технологиями (ИТ), автоматизирующими бизнес-процессы и процессы обработки информации, а также операционными технологиями (ОТ), автоматизирующими процессы в производственной сфере (Bloen et al, 2014).

В числе важнейших базовых достижений Третьей промышленной революции, закладывающей основу для реализации «Индустрия 4.0», следует назвать *средства идентификации* объектов физического мира («вещей»). К основным из них относятся: штрих-коды, Data matrix, QR-коды, средства определения местонахождения в режиме реального времени (спутниковая навигация, MAC-адрес). При всеобщем распространении «интернета вещей» необходимо обеспечить уникальность идентификаторов объектов, что, в свою очередь, требует стандартизации (Интернет вещей, 2016). Всё это стало возможным именно благодаря цифровым технологиям.

Ключевым принципом Четвёртой промышленной революции является идентификация материалов, из которых состоят вещи, с помощью принадлежащих им меток. На любой детали будет содержаться информация о том, где она произведена, из каких материалов, для чего предназначена и т.д. Такие метки позволят установить коммуникацию между вещами, которые до этого не могли «разговаривать».

Говоря о наследии Третьей промышленной революции, без которого была бы не возможна реализация «Индустрии 4.0», нельзя не упомянуть о машинах-автоматах, роботах, 3-D принтерах, искусственном интеллекте и возобновимых источниках энергии.

Необходимо сказать ещё об одной важной детали. Как было показано в подразделе 12.5, характерной особенностью метасистемных переходов (т.е. трансформаций, когда системы, объединяясь, формируют новый надсистемный уровень), является образование неких «мозговых» центров, обеспечивающих за счёт процессов обработки информации координацию любых форм движения. При реализации феномена «Индустрия 4.0» такую роль начинает выполнять «облако», т.е. система суперкомпьютеров, образующих всепланетную систему памяти и обработки информации.

**Предпосылки выгоды.** Данная группа предпосылок предполагает, что согласованное поведение отдельных элементов, обуславливающее формирование на их основе нового системного целого, оказывается более выгодным, чем их функционирование отдельно друг от друга. И эти выгоды становятся понятными, когда мы переходим к анализу самого «Интернета вещей», который собственно и есть главным продуктом «Индустрии 4.0».

### 17.7 «Интернет вещей» как базовое ядро Четвертой промышленной революции

Основным результатом Четвертой промышленной революции должен будет стать именно «Интернет Вещей» (Internet of Things – IoT).

**Интернет вещей** – концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, которое может происходить частично или полностью без участия человека; предполагается, что организация таких сетей способна перестроить экономические и общественные процессы, способствуя социальному развитию человека. Основные сферы применения «Интернета вещей» показаны на рис. 17.1.

«Интернет вещей» позволит реализовать целый ряд коммуникаций (интерфейсов). На основе анализа публикаций (Bloen et al, 2014; Груман, 2016; Четвёртая революция, 2016) автор сформулировал содержание основных из них.

*Коммуникация человека («социо») с самим собой.* Может быть реализована, в частности, через социальные сети, когда человек получает обратную связь на высказанные мысли. Это может способствовать переосмыслению его убеждений или наоборот усилению уверенности в них. Представляет собой своеобразное усиление рефлексии.

*Коммуникация человека («социо») со своим телом (человеком «био»).* Посредством постоянно совершенствующихся датчиков человек будет в состоянии контролировать системное состояние своего здоровья и выявлять (диагностировать) критические отклонения определённых параметров.

*Коммуникация человека с машиной (Human + Machine).* Подобные коммуникации используются всё чаще, хотя человек не всегда их замечает, так как они становятся привычными. Такие коммуникации используются на производстве (где машины позволяют контролировать ход производственных процессов или предупреждают об опасности срывов) и в быту (достаточно вспомнить пульт для открытия гаража, контроль за плитой, дистанционный замок зажигания в машине и т.п.).



Рис. 17.1. Сферы применения «интернета вещей»

Кроме того системы, наделённые искусственным интеллектом, могут помогать принимать решения, например, просчитывать соответствие предлагаемых решений (проектов) наличию имеющихся на предприятии или в государстве ресурсов, либо устанавливать их соответствие существующей правовой основе.

*Коммуникация человека с используемыми вещами.* Одежда, обувь, часы, мобильный телефон – всё, что носит человек с собой, может, благо-

даря обратной связи, стать предметом оптимизации и повышения степени совместимости в данной паре.

Электромобиль Tesla умнеет с каждым месяцем эксплуатации пользователем, получая обновления через Интернет и обмениваясь информацией со смартфоном пользователя. Изучая привычки владельца, электромобиль адаптируется к маршрутам, рассчитывает время выезда в зависимости от планов в календаре и места следующей встречи, прогревает салон перед расчетным временем выхода из дома. Скоро многие окружающие нас предметы научатся взаимодействовать друг с другом, и кофемашина сама будет готовить кофе после звонка будильника, в печке будет готовиться завтрак, а электромобиль сам подъедет от парковки к вашим дверям (Комиссаров, 2016).

*Коммуникация машин с машинами (M2M) или вещей с вещами (вещей с машинами).* Решает при помощи системы обратных связей целый ряд задач, важнейшими из которых есть: повышение эффективности производства и эксплуатации вещей, совершенствование потребительных свойств товаров (посредством установления коммуникации между потребителем и производителем), экологическое совершенствование производства и потребления товаров.

*Коммуникация человека с другим человеком или группой людей.* Четвёртая промышленная революция обещает изменить не только техносферу и среду проживания человека, но и отношения между людьми. Значительную роль здесь должны сыграть, с одной стороны, усиление психологической устойчивости каждого человека и его умение работать в команде, с другой – совершенствование инструментария межличностного общения (бизнес-этика, кросс-культурные отношения, пр.).

Существует ещё два важных аспекта рассматриваемой проблематики. Это отношение *человека к обществу* (что играет значительную роль в условиях существенного увеличения свободного времени и повышения благосостояния людей), а также отношение *общества к человеку*. В качестве одной из возможностей здесь следует рассматривать целенаправленное воздействие со стороны общества с целью формирования в человеке личностного начала, готового к социальному развитию в условиях информационного общества и жестких экологических ограничений.

*Экологические результаты революции.* Один из ощутимых результатов Четвёртой промышленной революции может проявиться в экологической сфере. «Индустрии 4.0» может помочь замкнуть циклы использования различных видов ресурсов, превратив, по меткому выражению К. Боулдинга, «ковбойскую экономику» в «экономику космонавтов». Предпосылки для этого присутствуют в самой природе производственно-потреби-



тельских систем, к которым сегодня движется мир. Не случайно, экономическую систему «Индустрии 4.0» многие исследователи называют «циркуляционной или циркулярной (circular)» экономикой.

Крис Дедикот, старший вице-президент компании Cisco обращает внимание на экологические возможности технического прогресса: «В циркулярной экономике каждый продукт будет иметь свою метку, которая покажет источник ресурсов, технологию производства, вид энергии использованный для этого, пр.

...Полученная на основе данных информация даёт возможность предприятиям, городам и странам более эффективно восстанавливать и перерабатывать соответствующие ресурсы» (Dedicoat, 2016).

Сегодня отдельные элементы *интернета вещей* используются только в наиболее богатых и продвинутых странах (Япония, США, Европа, Китай). Однако мир неуклонно будет продвигаться к его повсеместной реализации по мере того, как будут исчезать бюрократические, технические, социальные и экономические барьеры для этого.

Между тем, Четвёртая промышленная революция может принести человечеству не только неоспоримые преимущества (в том числе, и упомянутые нами выше), но и серьезные угрозы. Главные из них лежат в социальной сфере и связаны с тем, что человек может вытесняться на периферию экономической жизни, где ему будет отведена роль замыкающего звена производственно-потребительской цепочки, пусть даже и наделённого для этого достаточными средствами.

Не случайно, один из главных пропагандистов «Индустрии 4.0» Клаус Шваб на известном Давосском экономическом форуме 2016 года сказал: «Никогда ещё не было времени, которые бы несло столь большие обещания (promise) либо столь большие угрозы (peril)» (9 quotes, 2016).

В этих условиях от стагнации человечество может спасти только его коллективный разум, способный снизить производственную занятость человека (в том числе, связанное с возможной потерей работы) превратить в средство его *социального (личностного) развития*. Собственно, в этом и состоит основная цель *сестейнового развития*, провозглашённого уже более двадцати лет назад на историческом Саммите в Рио-де-Жанейро.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Весь материальный мир находится в движении. Двигутся частицы, атомы, молекулы, клетки, организмы, биологические и социальные системы. Называются различные формы движения: механическое, тепловое, химическое, электромагнитное и другие. При внимательном изучении становится понятным, что всё это – лишь различные формы единого взаимосвязанного процесса материально-информационных превращений.

В природе диалектически взаимосвязаны два процесса, называемые *упорядочением* (повышением порядка) и *разупорядочением* (снижением порядка). Нет оснований сомневаться, что в силу каких-то естественных причин в определённых частях пространственно-временного континуума Вселенной процессы самоупорядочения природы опережают процессы её саморазрушения, как это, например, происходит на нашей планете. Именно это явление взаимодействия двух процессов, изменяющих упорядоченность систем, и принято называть *развитием*.

Эволюция природы на нашей планете в конечном счете – это процесс упорядочения материального мира Земли, в результате которого количество направленного движения в данном уголке Вселенной постоянно увеличивается. Кто же совершает такой огромный объем работы?

Создав процессы разрушения, ведущие к повышению равновесности отдельных частей пространства (и, соответственно, сопровождающиеся увеличением *энтропии*), природа позаботилась о том, чтобы уравновесить их процессами созидания, которые способны воспроизводить необходимые условия для расширения сферы действия направленных видов движения.

Миссия реализации этого выпала на долю природных сущностей, под названием *открытые стационарные системы*. Это они, удерживая состояние *гомеостаза* (т.е. постоянства своих параметров) и осуществляя *метаболизм* (т.е. материально-информационный обмен с внешней средой), способны накапливать свободную энергию для последующих прогрессивных трансформаций, которые создают новые предпосылки для реализации направленного движения.

Человечеству все более отчётливо открывается истина, что развитие – это функция не только энергетических или квазиэнергетических (в частности, финансовых) факторов, но также *информации* и *синергетизма* (связей, коммуникаций, взаимодействия).

В монографии предлагается новый метод анализа процесса функционирования развития систем на основе триалектического подхода, который

значительно расширяет и углубляет возможности аналитического инструментария. Основные положения подхода сводятся к следующему.

*Воспроизводство* целостной основы открытых стационарных самоорганизующихся систем реализуется в триалектическом взаимодействии их системных составляющих (групп факторов): *материально-энергетической* (в экономической системе – это основные и оборотные активы), *информационной* (алгоритм функционирования в пространстве и времени), *синергетической* (отношения между субъектами экономического процесса).

*Максимальной эффективности* система достигает тогда, когда каждая из групп факторов триединого механизма формирования системы (материальная, информационная и синергетическая) соответствует целям и задачам ее функционирования. В этом случае достигается и взаимное соответствие трех групп факторов. Сказанное можно обобщить и другой формулировкой: качественное изменение любой из составляющих требует качественного изменения (адаптации к данному изменению) и других факторов.

В природе и обществе развитие *открытых стационарных систем* происходит благодаря функционированию ещё одной триады взаимодействию трёх групп факторов: *изменчивости, наследственности, отбора*. Изменчивость реализуется через *свободу* системы обретать *стохастические* (случайные) *изменения* (флуктуации). Наследственность гарантирует, что возникающие неопределённые состояния системы все же будут *закономерными*, т.е. будут находиться в определённом «коридоре» причинно-следственных связей. Благодаря этому будущее приобретает свойство *зависеть от прошлого*. Посредством *отбора* «пропуск» в будущее получают не все возможные состояния системы, а только наиболее эффективные, отвечающие определённому критерию. Критерием отбора является *минимум энтропии системы*. Это означает, что отбираются те состояния системы, в которых она обладает *максимальной информативностью и совершенством* внутрисистемных и внешнесистемных *связей*. Именно эти свойства обеспечивают системе способность информационного управления процессами, что позволяет ей минимизировать *необратимое рассеивание (диссипацию) энергии*.

Чрезвычайно важна роль *памяти* в развитии системы. Именно способность *накапливать, закреплять и воспроизводить* информацию защищает систему от возможного «скатывания» в предыдущее, менее эффективное состояние. Благодаря постоянному совершенствованию памяти, человечеству удалось колоссально ускорить темпы общественного прогресса и эволюции природы.

Природой отработаны два класса механизмов реализации ключевых факторов развития (изменчивости, наследственности, отбора). *Адаптационные* механизмы действуют, сохраняя характерные признаки существующей системы, т.е. в рамках одного и того же биологического организма, экосистемы, фирмы, государства. При воздействии *бифуркационных* механизмов система претерпевает качественный скачок («катастрофу»); подобные состояния возникают при смене поколений биологических организмов, реструктуризации фирмы, радикальной смене государственного устройства, пр.

*Бифуркационные* механизмы оказываются значительно эффективней *адаптационных* с точки зрения поддержания темпов развития. Это обусловлено свойствами данного вида механизмов. Прерывистость и разветвлённость многократно увеличивают «вариантность продолжений», что создаёт предпосылки для возникновения и отбора более эффективного варианта. А необратимость системы надёжно закрепляет происшедшие изменения. Благодаря этому, бифуркационные механизмы резко увеличивают темпы развития.

Сменяемость поколений организмов и возникновение новых биологических видов – это тот полигон, с которого природа начала испытания бифуркационных механизмов в живом мире. Смертность, которую обрели живые организмы, начиная с эукариотов (прокариоты были бессмертны) – вот та цена, которую заплатила природа за резкое изменение темпов эволюции.

Развитие головного мозга и возникновение на его основе интеллекта стало мощным толчком в совершенствовании бифуркационных механизмов. Способность человека к абстрактному мышлению позволяет опережать действительность, прогнозировать возможные события и создавать информационные образы будущих объектов в отрыве от реальной действительности. Информационное (виртуальное) «проигрывание» возможных вариантов (бифуркаций) оказывается в сотни и тысячи раз быстрее, чем их реальное течение. При этом исключаются в реальной жизни негативные последствия возможных ошибок и существуют возможности их многократных корректировок. Информационное моделирование функций изменчивости и наследственности делает возможным виртуальное осуществление функций отбора. Человечество, постоянно увеличивая свою компьютерную вооружённость, лавинообразно ускоряет темпы общественного развития.

*Процесс функционирования и развития* экономических систем реализуется через последовательные циклы *взаимной конвертации* упомянутых групп факторов. *Антиэнтропийная деятельность* любой из экономиче-

ских систем является частью интегральной функции единого природно-общественного антиэнтропийного потенциала, обеспечивающего повышение упорядоченности природы на нашей планете.

Существование человека и благополучие социально-экономических систем обеспечиваются воспроизводственными процессами экосистем планеты. Именно они формируют необходимые для жизни физико-химические условия, обеспечивают ресурсной базой, служат питательной средой и производственной основой многих отраслей, формируют ассимиляционный потенциал. Однако существуют жесткие пределы антропогенной нагрузки (объемов изымаемых ресурсов, масштабов и качества нарушения компонентов природной среды, объемов отходов и т.п.), в которых природные системы способны эффективно функционировать и воспроизводить себя. За границами этих пределов *триалектические* (материально-информационно-синергетические) механизмы самих экосистем начинают разрушаться, а социально-экономические системы начинают утрачивать естественную подоснову своего функционирования и развития. Вот почему так важна проблема синхронизации характеристик природного и общественного антиэнтропийного потенциалов.

Переход к *информационному обществу* позволяет снизить в триалектическом механизме системообразования экономики удельный вес материально-энергетической составляющей (обуславливающей деструкцию природных систем) в пользу двух других групп факторов: информационной и синергетической. Это явление условно может быть названо *дематериализацией* экономики. В конечном счете, дематериализация означает снижение материалоемкости (энергоёмкости, природоёмкости, ущербоемкости) процессов производства и потребления единицы продукции. Ведущими направлениями дематериализации экономики можно считать: снижение удельного веса «тяжелых» (материалоёмких и энергоёмких) секторов в структуре национальной экономики; увеличение доли секторов, производящих и использующих информационно-коммуникационные технологии; развитие «зеленой» экономики и «зеленой» энергетики (в которых минимизированы процессы воздействия на природу); переход к приоритетному потреблению информационно ориентированных товаров и услуг. Дематериализация формирует предпосылки для перехода экономики к *сестейновому* (устойчивому) развитию.

Движущей силой социально-экономической системы является *человек*. Каждый человек представляет собой единую систему, образуемую триадой его сущностных начал: «био», «социо», «трудо». «Био» формируется материальной природой человека и реализуется посредством физиологических процессов метаболизма, протекающих в его организме. «Со-

цио» представляет собой нематериальное информационное начало, реализующее его личностную сущность. «Трудо» функционирует на основе способности человека осуществлять работу за счет интеграции силовых качеств человека «био» и личностных свойств человека «социо». Различие сущностных начал человека обуславливает формирование трех различных групп потребностей, которые значительно отличаются друг от друга, а во многом даже противоречат друг другу.

*Информационные потребности* человека «социо» призваны трансформировать всю систему ценностных ориентиров, при формировании своеобразного общественного заказа. Его основное назначение – удовлетворение запросов, необходимых для развития личностных качеств человека. Приоритет физиологических потребностей человека «био» (потребности в пище, воде, условиях жизнедеятельности, пр.) и технократических интересов человека «трудо» (жажда наживы, карьерный рост, престиж, пр.) должен уступить место приоритету потребностей человека «социо»: физическому совершенствованию человека, его интеллектуальному развитию, реализации творческих способностей, получению знаний, созданию условий для отдыха и удовольствия.

*Человек-потребитель* информационной экономики принципиально отличается от *человека-потребителя* предшествующих эпох. Главным является то, что все перечисленные компоненты личностных потребностей человека становятся самоцелью существования, а не средством получения в последующем материальных благ. Кстати, и последние обещают постепенно превращаться из первоцели в средство получения информационных благ.

*Человек-производитель* все больше переходит от воздействия на материальные предметы труда (изменение форм, размеров, свойств) к воздействию на информацию. Даже в случае изготовления материальных изделий задача человека-производителя все больше будет смещаться от трансформации материальной субстанции (эта функция будет перекладываться на машины) к формированию информационных образов (программ) комбинирования и взаимодействия в пространстве и времени материальных производственных активов.

*Скорость развития* систем определяется тремя группами факторов: а) скоростью реализации эволюционной триады: изменчивость – наследственность – отбор; б) эффективностью работы механизмов трансформации системы (адаптационных и бифуркационных); в) потенциалом памяти, обуславливающей темпы накопления, закрепления и воспроизводства энергии и информации. Для повышения эффективности управления процессами развития экономических систем, необходимо учитывать характере-

ристики упомянутых групп факторов в конкретных производственных условиях и формировать адекватные механизмы управления ими.

*Самоорганизация* систем является неотъемлемым условием их совершенствования и развития. Поэтому при проектировании инженерных и социальных систем необходимо обеспечивать технические и организационные предпосылки для их *самоорганизации*, обуславливающей функционирование в наиболее эффективных для данного класса систем стационарных режимах. Велением времени становится создание «умных» комплексов, обеспечивающих жизнедеятельность человека («умных» городов, «умных» домов, «умных» коммуникаций), которые способны реагировать на изменения параметров внешней среды, обеспечивая оптимальные режимы своей работы.

Эволюция любой системы (включая экономическую) представляет собой целостное (системное) единство процессов и явлений воспроизводства системы. Управление целостным эволюционным циклом хозяйственных систем (а не его отдельными процессами) позволяет добиться существенной эффективности воспроизводственных процессов и ускорить темпы развития систем. В связи с этим необходим переход от проектирования изделий к проектированию их жизненных циклов во всей сложности и многообразии их системных связей, включая фазы завершения периодов эксплуатации изделий и технологий.

Учет закономерностей функционирования и развития экономических систем закладывает методологическую основу для научно обоснованного управления ими. Это открывает возможности существенного повышения эффективности хозяйственных процессов и формирует предпосылки перехода к информационному обществу и устойчивому развитию.

Горизонты, которые открывают перед человечеством Третья и Четвертая промышленные революции заставляют по-новому взглянуть на роль методологии управления процессами развития систем. С одной стороны, раскрываются новые возможности колоссального повышения эффективности функционирования систем жизнеобеспечения человечества, с другой, – существенно возрастает вероятность рисков, связанных с негативными последствиями непрогнозируемых социальных и экологических трансформаций. Овладение основами теории развития систем позволяет оптимизировать первое и минимизировать второе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агамирзян И. Третья промышленная революция : начало [Электронный ресурс] / И. Агамирзян. – Режим доступа : <http://slon.ru/biz/1009644/> (актуально на 1.11.2015).
2. Акимова Т. А. Теория организации : учебник / Т. А. Акимова – М. : РУДН, 2010. – 435 с.
3. Акимова Т. А. Экономика устойчивого развития : учебник / Т. А. Акимова, Ю. Н. Мосейкин. – М. : Экономика, 2009. – 430 с.
4. Акофф Р. Планирование корпорации будущего / Р. Акофф. – М. : Прогресс, 1985. – 326 с.
5. Алексеев Г. Н. Энергоэнтропика / Г. Н. Алексеев. – М. : Знание, 1983. – 192 с.
6. Алле М. Условия эффективности в экономике / М. Алле. – М. : Научно-издательский центр «Наука для общества», 1998. – 304 с.
7. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. – Новосибирск : Наука, 1986. – 209 с.
8. Алякринский Б. С. По закону ритма / Б. С. Алякринский, С. И. Степанова. – М. : Наука, 1985. – 176 с.
9. Ансофф И. Синергизм и деловые способности компании / И. Ансофф. ; пер. с англ. // Стратегический синергизм ; под ред. Э. Кемпбелла и К. С. Лачс. – СПб : Питер, 2004. – С. 36–58.
10. Арбузов А. В. Исследование природы экономических отношений и кризисов в контексте экономической теории и синергетической экономики / А. В. Арбузов. – СПб : Мицар СПб, 2012. – 108 с.
11. Аткиссон А. Как устойчивое развитие может изменить мир / А. Аткиссон ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 455 с.
12. Баландин Р. К. Подлинная история времени / Р. К. Баландин. – М. : Яуза : ЭКСМО, 2009 – 288 с.
13. Баландин Р. К. Перестройка биосферы / Р. К. Баландин. – Минск : Высшая школа, 1981. – 192 с.
14. Баландин Р. К. Экология : Человек и природа / Р. К. Баландин. – М. : ОЛМА-ПРЕСС, 2001. – 350 с.
15. Баранцев Р. Г. Синергетика в современном естествознании / Р. Г. Баранцев. – М. : Едиторила УРСС, 2005. – 144 с.
16. Барбараш А. Н. Волновые процессы в живом: Основы стереогенетики и физиологии мышления / А. Н. Барбараш. – Одесса : ОМ, Полис, 1998. – 352 с.
17. Безручко Б. П. Путь в синергетику. Экскурс в десяти лекциях / Безручко Б. П., Короновский А. А., Трубецков Д. И. – М. : КомКнига, 2005. – 304 с.
18. Белинская Е. П. Социальная психология : Хрестоматия / Е. П. Белинская, О. А. Тихомандрицкая. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 471 с.
19. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального про-



- гнозирования / Д. Белл ; пер. с англ. – М. : Academia, 1999. – 956 с.
20. Биологический энциклопедический словарь ; гл. ред. М. С. Гиляров. – М. : Сов. Энциклопедия, 1989. – 864 с.
  21. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе ; пер с англ. / М. Блауг. – М. : Дело Лтд, 1994. – 720 с.
  22. Блауг М. 100 великих экономистов после Кейнса / М. Блауг ; пер. с англ. – СПб : Экономическая школа, 2008. – 384 с.
  23. Бобылёв Б. И. Атомная энергетика Европы [Электронный ресурс] / Б. И. Бобылёв. – Режим доступа : <http://www.russika.ru/sa.php?s=2> (актуально на 01.03.2016).
  24. Бобылёв С. Н. Модернизация экономики и устойчивое развитие / С. Н. Бобылёв, В. М. Захаров. – М. : Экономика, 2011. – 295 с.
  25. Большой англо-русский политехнический словарь : В 2 т. / руководители авторск. коллект. Д. Е. Столяров и Ю. А. Кузьмин. – М. : Рус. яз., Т.1., 1991. – 701 с.
  26. Борисенко А. А. Природа информации / А. А. Борисенко. – Сумы : Изд-во СумГУ, 2006. – 212 с.
  27. Бриллюэн Л. Наука и теория информации / Л. Бриллюэн ; пер. с англ. – М. : Государственное издательство физико-математической литературы, 1960. – 320 с.
  28. Булеев И. Использование векторного анализа в экономической теории / И. Булеев // Экономика Украины, 2011. – № 5. – С. 93–95.
  29. В Стэнфорде создали аккумулятор для гаджетов и электромобилей, заряжающийся за минуту [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://idtech.biz/news/item.php?131584&view=full> (актуально на 1.02.2016).
  30. В США разработали инновационную электростанцию, работающую от ветра [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://zeleneet.com/amerikancy-razrabotali-innovacionnuyu-energogeneriruyushhuyu-stanciyu-rabotayushhuyu-ot-vetra/13043/> (актуально на 1.03.2016).
  31. Вайцеккер Э. Фактор пять. Формула устойчивого развития. Доклад Римского клубу / Э. Вайцеккер, К. Харгроуз, М. Смит ; пер. с англ. – М. : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. – 368 с.
  32. Вайцеккер Э. Фактор четыре. Затрат – половина, отдача двойная. Новый доклад Римского клубу / Э. Вайцеккер, Э. Ловинс, Л. Ловинс ; пер. с англ. – М. : Academia, 2000. – 400 с.
  33. Введение в институциональную экономику : учебное пособие ; под ред. Д. С. Львова – М. : Экономика, 2005 – 640 с.
  34. Веклич О. О. Формування та реалізація національної екологічної політики України / О. О. Веклич, С. М. Волошин, Л. В. Жарова та ін. ; за ред. С. О. Лизуна; ДУ «ІЕПСР НАНУ». – Сумы : Університетська книга, 2012. – 336 с.
  35. Вернадский В. И. Живое общество / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1978. – 358 с.
  36. Вернадський В. І. Вибрані праці. Статті з мінералогії, геохімії, гідрохімії,

## Литература

- геохімії ґрунтів, геології та радіогеології, метеоритики / В. І. Вернадський. – К. : Наукова думка, 1969. – 439 с.
37. Виленский Ю. Под юпитерами синергетики / Ю. Виленский // Зеркало недели. – 2000. – 15 июля. – С. 12.
38. Винер Н. Кибернетика и общество / Н. Винер ; пер. с англ. – М. : ИИЛ, 1958. – 200 с.
39. Возможна ли новая научно-техническая революция? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://polymus.ru/ru/pop-science/video/vozmozhna-li-novaya-nauchno-tehnicheskaya-revolyutsiya/> (актуально на 20.12.2015).
40. Возная Л. Ю. Общая теория устойчивости социально-экономических систем / Л. Ю. Возная. – Житомир : ЧП Евенок А. А., 2014. – 320 с.
41. Волков Ю. Г. Человек: Энциклопедический словарь / Ю. Г. Волков, В. С. Поликарпов. – М. : Гардарики, 1999. – 520 с.
42. Волоконно-оптические световоды и датчики предупредят технические катастрофы. Телеком, 10.01.2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.cnews.ru/articles/volonnoopticheskie\\_svetovody\\_i\\_datchiki](http://www.cnews.ru/articles/volonnoopticheskie_svetovody_i_datchiki) (актуально на 10.10.2015).
43. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация / М. В. Волькенштейн. – М. : Наука, 1986. – 192 с.
44. Вторая промышленная революция. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вторая\\_промышленная\\_революция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вторая_промышленная_революция) (актуально на 1.03.2016).
45. Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли / Б. Гейтс ; пер. с англ. – М. : ЭКСМО. – Пресс, 2001. – 480 с.
46. Горина А. Новый 3D-принтер работает с рекордным количеством материалов. Вести. ru. 25 августа 2015 [Электронный ресурс] / А. Горина. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2656537> (актуально на 1.11.2015).
47. Грабчук О. М. Фінансове прогнозування невизначеності економічних процесів на макрорівні : монографія / О. М. Грабчук. – Дніпропетровськ : Біла К. О., 2012. – 358 с.
48. Грандиозный план строительства гидроэлектростанции в пустыне Южной Америки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://facepla.net/the-news/energy-news-mnu/5359-гидроэлектростанции-в-пустыне.html> (актуально на 01.03.2016).
49. Грант Р. Н. Современный стратегический анализ / Р. Н. Грант ; пер с англ. – СПб. : Питер, 2011. – 580 с.
50. Гринберг Р. С. Современная политическая экономия: экономическая свобода и социальная справедливость / Р. С. Гринберг // Политэкономия: социальные приоритеты : материалы Первого международного полиэкономического конгресса. Т. 1: От кризиса к социально ориентированному развитию: реализация потэкономической экономии. – М. : ЛЕНАНД, 2013. – С. 18–22.
51. Гриценко А. А. Институциональные деформации и пути их преодоления / А. А. Гриценко, Е. А. Гриценко, В. Г. Яремченко // Институциональная

- архитектоника и динамика экономических преобразований ; под ред. А. А. Гриценко. – Харьков : Форт, 2008. – С. 819–853.
52. Груман Г. Многоликий Интернет вещей [Электронный ресурс] / Г. Груман. – Режим доступа : <http://www.osp.ru/cio/2014/09/13042516/> (актуально на 01.03.2016).
  53. Гумилёв Л. Н. Этногенез и биосфера Земли / Л. Н. Гумилев – Ленинград : Гидрометеиздат, 1990. – 528 с.
  54. Гуревич И. М. Информация – всеобщее свойство материи: Характеристики, оценки, ограничения, следствия / И. М. Гуревич, А. Д. Урсул. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 312 с.
  55. Гусаров Ю. В. Управление: динамика неравновесности / Ю. В. Гусаров. – М. : Издательство «Экономика», 2003. – 382 с.
  56. Дейли Г. Приведение в действие механизма устойчивого развития путем инвестирования в природный капитал / Г. Дейли ; пер. с англ. // Устойчивое развитие: Теория, методология, практика : учебник ; под ред. Л. Г. Мельника. – Сумы : Университетская книга, 2009. – 853 с. – С. 848.
  57. Дейлі Г. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку / Герман Дейлі ; пер. з англ. – К. : Інтелсфера, 2002. – 312 с.
  58. Демин А. И. Информационная теория экономики. Макромодель / А. И. Демин. – М. : КомКнига, 2007. – 352 с.
  59. Дериколенко О. М. Управління інноваційними ризиками на малих та середніх промислових підприємствах / О. М. Дериколенко. – Сумы : Вінниченко М. Д., 2011. – 144 с.
  60. Для 139 країн світу [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecotown.com.ua/news/Dlya-139-krayin-svitu-v-tomu-chysli-dlya-Ukrayiny-stvoreno-plan-vidmovy-vid-vykorpocho-palyva-do-2050/> (актуально на 20.12.2015).
  61. Доронин Ф. А. Разработаны чернила для 3D-биопринтера на основе наноцеллюлозы. Нанометр. Нанотехнологическое сообщество. 05 июля 2015 [Электронный ресурс] / Ф. А. Доронин. – Режим доступа : [http://www.nanometer.ru/2015/07/05/drevesnaa\\_celluloza\\_464765.html](http://www.nanometer.ru/2015/07/05/drevesnaa_celluloza_464765.html) (актуально на 1.11.2015).
  62. Друкер П. Ф. Друкер на каждый день, 366 советов по мотивации и управлению временем / П. Ф. Друкер ; пер. с англ. – М. : И. Д. Вильямс, 2007. – 416 с.
  63. Друкер П. Ф. Эффективное управление предприятием / П. Ф. Друкер ; пер. с англ. – М. : И. Д. Вильямс, 2008. – 224 с.
  64. Дятлов С. А. Энтропийная экономика и синергичная экономика как новые объекты анализа экономической теории / С. А. Дятлов // Политэкономия: социальные приоритеты : материалы Первого международного политэкономического конгресса. Т. 2. Национальная экономика в глобальном мире: политическая экономия и экономическая политика. – М. : ЛЕНАНД, 2013. – С. 449–456.
  65. Ерёмина Н. Третья промышленная революция. Экономика роста [Электрон-

## Литература

- ный ресурс] / Н. Ерёмина. – Режим доступа : [http://www.gazeta.ru/growth/2015/05/12\\_a\\_6683125.shtml](http://www.gazeta.ru/growth/2015/05/12_a_6683125.shtml) (актуально на 1.10.2015).
66. Ефремов И. А. Лезвие бритвы / И. А. Ефремов. – М. : Правда, 1987. – 672 с.
67. Жизнь с водорослями. Зелёный город. Альтернативная энергетика. 14.07.2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://speedsurfing1.appspot.com/green-city.su/zhizn-s-vodoroslyami/> (актуально на 1.11.2015).
68. Загорская Д. Осы вдохновили инженеров на 3D-печать домов из грязи и глины. Вести. ru. 24 сентября 2015 [Электронный ресурс] / Д. Загорская. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2667910> (актуально на 1.11.2015).
69. Загорская Д. Цельный 3D-принтер обещает стоить не больше холодильника. Вести. ru. 7 апреля 2015 [Электронный ресурс] / Д. Загорская. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2485308> (актуально на 1.11.2015) (а).
70. Загорский И. На смену трехмерной печати приходит четырехмерная. Вести. ru. 22 декабря 2014. [Электронный ресурс] / И. Загорский. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2220106&tid=108002> (актуально на 1.12.2015).
71. Згуровский М. З. Показатели устойчивого развития как основа управления социально-экономическими системами / М. З. Згуровский // Социально-экономический потенциал устойчивого развития : учебник / под ред. Л. Г. Мельника и Л. Хенса. – Сумы : Университетская книга, 2007. – С. 265–279.
72. Иванов Г. И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать / Г. И. Иванов. – М. : ФОРУМ, 2012. – 320 с.
73. Иванов Е. Т. Основы теоретической эфироники / Е. Т. Иванов. – Донецк : Ин-т экономики промышленности НАН Украины, 2006. – 376 с.
74. Ильченко Л. Во Франции установили дерево, которое вырабатывает электроэнергию [Электронный ресурс] / Л. Ильченко. – Режим доступа : <http://creativodiya.com/posts/46286> (актуально на 1.10.2015).
75. Инновационный менеджмент : учебное пособие ; под. ред. Л. Н. Оголевой. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 238 с.
76. Иноземцев В. Л. Перспективы постиндустриальной теории в меняющемся мире / В. Л. Иноземцев // Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология ; под ред. В. Л. Иноземцева. – М. : Academia, 1999. – С. 3–67.
77. Институциональная архитектура и динамика экономических преобразований : монография ; под ред. А. А. Гриценко. – Харьков : Форт, 2008. – 928 с.
78. Интернет. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет> (актуально на 1.11.2015).
79. Интернет вещей. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей) (актуально на 01.03.2016).
80. Ілляшенко С. М. Інноваційний менеджмент : підручник / С. М. Ілляшенко. –

- Суми : Університетська книга, 2010. – 334 с.
81. Институционализация природно-ресурсных отношений / за ред. М. А. Хвесика. – К. : ІЕПСР НАН України, 2012. – 400 с.
  82. Казначеев В. П. Учение о биосфере / В. П. Казначеев. – М. : Значение, 1985. – 80 с.
  83. Капица С. П. Парадоксы роста: Законы развития человечества / С. П. Капица. – М : Альпина нон-фикшн, 2010. – 192 с.
  84. Каплан Р. С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. С. Каплан, Д. П. Нортон ; пер. с англ. – М. : Олимп-Бизнес, 2010. – 320 с.
  85. Комиссаров А. Четвёртая промышленная революция [Электронный ресурс] / А. Комиссаров. – Режим доступа : <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revolyuetsiya> (актуально на 01.03.2016).
  86. Коммонер Б. Замыкающийся круг / Б. Коммонер ; пер. с англ. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
  87. Кондратьев Н. Д. Проблемы экономической динамики / Н. Д. Кондратьев. – М. : Экономика, 1989. – 526 с.
  88. Контроллинг на промышленном предприятии : учебник ; под ред. А. М. Карминского, С. Г. Фалько. – М. : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013. – 304 с.
  89. Корогодина В. И. Информация как основа жизни : монография / В. И. Корогодина, В. Л. Корогодина. – Дубна : Издательский центр «Феникс», 2000. – 208 с.
  90. Краснянский М. Е. Третья промышленная революция [Электронный ресурс] / М. Е. Краснянский . – Режим доступа : <http://www.krasnyanskyu.com/home/tretya-promyshlennaya-revolyuetsiya.html> (актуально на 1.11.2015).
  91. Кубатко О. В. Еколого-економічна конвергенція регіонів як напрямок забезпечення сталого розвитку / О. В. Кубатко // Економіка та держава. – 2009. – № 9. – С. 45–48.
  92. Купить электромобиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecoist.com.ua/electrotransport/electromobili.html> (актуально на 1.06.2015).
  93. Куражсковский Ю. Н. Введение в экологию и природопользование / Ю. Н. Куражсковский. – Ростов-на-Дону. Ростовское кн. изд-во, КПК «Капитал», 1990. – 157 с.
  94. Кусик Н. Л. Сфера социального воспроизводства как часть социально-экономической системы // Актуальные проблемы экономики и менеджмента: теория, инновации и современная практика : монография / Н. Л. Кусик ; под. ред. Э. А. Кузнецова. – Харьков : Бурун книга, 2011. – С. 189–217.
  95. Лепский В. Е. Субъектно-ориентированный подход к инновационному развитию / В. Е. Лепский. – М. : Когито-Центр, 2009. – 208 с.

## Литература

---

96. Лесков Л. В. Футуросинергетическая универсальная теория систем : научно-учебное пособие / Л. В. Лесков. – М. : ЗАО «Издательство «Экономика», 2005. – 170 с.
97. Литвинова А. Создано энергетическое «дерево» для подзарядки гаджетов [Электронный ресурс] / А. Литвинова. – Режим доступа : <http://www.3dnews.ru/909826> (актуально на 10.10.2015).
98. Лищук А. В. Нидерландах появилась первая в мире солнечная велодорожка [Электронный ресурс] / А. В. Лищук. – Режим доступа : [http://ru.golos.ua/suspilstvo/14\\_10\\_31\\_v\\_niderlandah\\_poyavilas\\_pervaya\\_v\\_mire\\_solnechnaya\\_velodorozhka](http://ru.golos.ua/suspilstvo/14_10_31_v_niderlandah_poyavilas_pervaya_v_mire_solnechnaya_velodorozhka) (актуально на 1.11.2015).
99. Макаров В. Л. Экономика с инновациями: содержание и моделирование / В. Л. Макаров // Экономика цивилизаций в глобальном измерении ; под ред. А. А. Пороховенко, В. Н. Тарасевича. – М. : ТЕИС, 2011. – С. 215–234.
100. Маркетинг. Менеджмент. Інновації : монографія ; за ред. С. М. Ілляшенка. – Суми : Папірус, 2010. – 624 с.
101. Маца К. А. Системы неорганические, органические, социальные : свойства и принципы организации / К. А. Маца. – К. : Изд-во географической литературы «Обрій», 2008. – 196 с.
102. Медоуз Д. Х. Азбука системного мышления / Д. Х. Медоуз ; пер. с англ. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010. – 343 с.
103. Меерович М. И. Технология творческого мышления / М. И. Меерович, Л. И. Шрагина. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 496 с.
104. Мельник А. Ф. Державне управління : підручник / А. Ф. Мельник, О. Ф. Оболонський, А. Ю. Васіна. – К. : Заня, 2009. – 582 с.
105. Мельник Л. Г. Обґрунтування рішень з розвитку підприємств / Л. Г. Мельник, О. І. Карінцева // Економіка підприємства : підручник ; за ред. Л. Г. Мельника. – Суми : Університетська книга, 2012(а). – С. 708–728.
106. Мельник Л. Г. Теория самоорганизации экономических систем : монография / Л. Г. Мельник. – Суми : Университетская книга, 2012. – 439 с.
107. Мельник Л. Г. Триалектические основы управления развитием экономических систем : монография / Л. Г. Мельник. – Суми: Университетская книга, 2015. – 448 с.
108. Мельник Л. Г. Фундаментальные основы развития / Л. Г. Мельник. – Суми : ИТД «Университетская книга», 2003. – 288 с.
109. Меньшиков С. М. Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу / С. М. Меньшиков, Л. А. Клименко. – М. : Международные отношения, 1989. – 272 с.
110. Механізм управління потенціалом інноваційного розвитку промислових підприємств : монографія ; за ред. Ю. С. Шипуліної. – Суми : ДД «Папірус», 2012. – 498 с.
111. Мид Дж. Г. Избранное : Сб. перевод / Дж. Г. Мид ; пер. с англ. – М. : РАН ИНИОН, 2009. – 290 с.
112. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера / Н. Н. Моисеев. – М. : Молодая гвар-

- дия, 1990. – 351 с.
113. Моросанов И. С. О теории систем / И. С. Моросанов. – М. : Спутник, 2003. – 20 с.
  114. Мохнатый небоскреб построят в Швеции. Шведская архитектурная студия Belatchew Arkitekter [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://realty.rbc.ru/articles/21/05/2013/562949987015846.shtml> (актуально на 1.10.2015).
  115. Назаров Д. Четвёртая промышленная революция: Интернет вещей, циркулярная экономика и блокчейн [Электронный ресурс] / Д. Назаров. – Режим доступа : <http://www.furfur.me/furfur/changes/changes/216447-4-aya-promyshlennaya-revoljutsiya> (актуально на 01.03.2016).
  116. Новый аккумулятор будет стоить на 60% меньше, чем существующий стандарт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.facepla.net/the-news/tech-news-mnu/5340-новый-аккумулятор.html> (актуально на 1.03.2016).
  117. Облачные технологии для земных пользователей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tatcenter.ru/online/88/> (актуально на 1.03.2016).
  118. Обувь собирает кинетическую энергию во время ходьбы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.facepla.net/the-news/tech-news-mnu/5384-обувь-собирает-энергию.html> (актуально на 1.03.2016).
  119. Одессер С. Атомная энергетика европейских стран / С. Одессер // Экономика и финансы. – 01.03.2016. – С. 20–21.
  120. Одум Г. Энергетический базис человека и природы / Г. Одум, Э. Одум. – М. : Прогресс, 1978. – 380 с.
  121. Олемской А. И. Синергетика сложных систем. Феноменология и статистическая теория / А. И. Олемской. – М. : URSS, 2009. – 364 с.
  122. Омесь Ю. Третья промышленная революция и перспективы Украины (для «Хвилі») [Электронный ресурс] / Ю. Омесь. – Режим доступа : <http://hvylya.net/analytics/economics/tretya-promyishlennaya-revoljutsiya-i-perspektivy-ukrainyi.html> (актуально на 1.10.2015).
  123. ООН : число пользователей мобильной связью в мире к концу года превысит 7 миллиардов человек [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.unian.net/world/1128315-oon-chislo-polzovateley-mobilnoy-svyazyu-v-mire-k-kontsu-goda-prevyisit-7-milliardov-chelovek.html> (актуально на 1.03.2016).
  124. Определение третьей промышленной революции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/services/manufacturing/stories/pages/additive-manufacturing-is-defininf-the-third-industrial-revolution.aspx> (актуально на 1.11.2015).
  125. Оптическое волокно [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое\\_волокно](https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_волокно) (актуально на 10.10.2015).
  126. Остром Е. Керування спільним. Еволюція інституцій колективних дій / Е. Остром ; пер. з англ. – К. : Наш час, 2012. – 298 с.
  127. Павлов И. П. Полное собрание сочинений / И. П. Павлов. – М. – Л. : Издательство АН СССР, 1951. – Т. 3, кн. 1, – С. 25.

## Литература

---

128. Пахомова Н. В. Экономика отраслевых рынков и политика государства : учебник / Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер. – М. : Экономика, 2009. – 815 с.
129. Перелет Р. А. «Зелёная» экономика в ЕС : Политика и практика [Электронный ресурс] / Р. А. Перелет. – Режим доступа : [www.wescoor-project.org](http://www.wescoor-project.org) – Заголовок с экрана (актуально на 1.06.2015).
130. Перелет Р. А. Понятие сильной и слабой устойчивости социально-экономического развития / Р. А. Перелет // Социально-экономический потенциал устойчивого развития : учебник ; под ред. Л. Г. Мельника и Л. Хенса. – Сумы : Университетская книга, 2007. – С. 162–164.
131. Перелет Р. А. Развитие анализа сложных систем / Р. А. Перелет // Выступление на международном социальном форуме «Итоги конференции «Рио+20»: задачи гражданского общества», Москва, 24–26 сентября 2012 г.
132. Перерва П. Г. Трансфер технологий : монография / П. Г. Перерва, Д. Коциски, Д. Сакай, В. М. Шомоши. – Харьков : Віровець А.П.; Апостроф, 2012 – 668 с.
133. Першиков В. И. Русско-английский толковый словарь по информатике / В. И. Першиков, А. С. Марков, В. М. Савинков. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 368 с.
134. Пильцер П. Безграничное богатство. Теория и практика «экономической алхимии» / П. Пильцер // Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология ; под ред. В. Л. Иноземцева. – М. : Academia, 1999. – С. 401–428.
135. Пиндайк Р. Микроэкономика / Р. Пиндайк, Д. Рубинфельд. – М. : Экономика, Дело, 2002. – 608 с.
136. Подолинський С. А. Вибрані твори / С. А. Подолинський. – К. : КНЕУ, 2000. – 328 с.
137. Политехнический словарь / (Редкол.: А. Ю. Ильшинский (гл. ред) и др. – 3-е изд. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1998. – 656 с.
138. Пользователи Интернета в мире [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http://www.bizhit.ru/index/polzovateli\\_interneta\\_v\\_mire/0-404](http://www.bizhit.ru/index/polzovateli_interneta_v_mire/0-404) (актуально на 01.03.2016).
139. Популярная экономическая энциклопедия / гл. ред. А. Д. Некипелов. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – 367 с.
140. Пригожин И. Время. Хаос. Квант. К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. ; пер. с англ. – М. : КомКнига, 2005. – 323 с.
141. Пригожин И. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках / И. Пригожин ; пер. с англ. – М. : Наука, 1985. – 327 с.
142. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках / И. Пригожин ; пер. с англ. – М. : Едиториал УРСС, 2002. – 288 с.
143. Промышленная революция. Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа : [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Промышленная\\_революция](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Промышленная_революция) (актуально на 1.13.2016) .
144. Райзберг Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 512 с.



145. Развитие промышленности в Европе в XVIII-XIX вв. [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Econom/history\\_economy/07.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Econom/history_economy/07.php) (актуально на 10.10.2015).
146. Разработан новый полимерный материал для хранения солнечного тепла [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tesiaes.ru/?p=15061> (актуально на 1.03.2016).
147. Разработана дешёвая система получения водородного топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lenta.ru/news/2014/09/25/perovsksolar/> (актуально на 01.03.2016).
148. Реймерс Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
149. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – М. : Газета «Россия молодая». – 1994. – 367 с.
150. Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты : монография ; под ред. Р. Н. Лепы. – Донецк : Ноулидж (Донецкое отделение), 2011. – 442 с.
151. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – Санкт-Петербург : Питер, 2002. – 720 с.
152. Самойлов А. Третья индустриальная революция. Выступление в Witbox Maker School 18.06.2014 г. [Электронный ресурс] / А. Самойлов. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=vqluJONGZuU> (актуально на 1.11.2015).
153. Селюнин В. И. Истоки. Авансы и долги / В. И. Селюнин, Н. П. Шмелев. – М. : Правда, 1990. – 512 с.
154. Сетевая инфраструктура для Интернета вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.cisco.com/web/KZ/about/news/2015/11/26\\_4.html](http://www.cisco.com/web/KZ/about/news/2015/11/26_4.html) (актуально на 01.03.2016).
155. Словарь современной экономической теории Макмиллана ; пер. с англ. Д. У. Пирса. – М. : ИНФРА-М., 2003. – 608 с.
156. Смогут ли города Китая стать «умнее» западных [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2016/02/22a.html> (актуально на 1.03.2016).
157. Соловьёв В. П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (Синергетические эффекты инноваций) / В. П. Соловьёв. – К. : Феникс, 2004. – 560 с.
158. Сорокин А. В. Теория общественного богатства. Основания микро- и макроэкономики : учебник / А. В. Сорокин. – М. : Экономика, 2009. – 588 с.
159. Сотник І. М. Тенденції і проблеми управління дематеріалізацією виробництва й споживання / І. М. Сотник // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 8. – С. 62–67.
160. Социально-экономический потенциал устойчивого развития : учебник ; под ред. Л. Г. Мельника. – Сумы : Университетская книга, 2007. – 1120 с.
161. Социологический энциклопедический словарь. на русск., англ., нем., фр. и чешск. яз. / под ред. Г. В. Осипова. – М. : ИНФРА-М, НОРМА, 1998. –

## Литература

---

- 488 с.
162. Старченко Л. В. Оцінка якості життя населення регіону в умовах сталого розвитку / Л. В. Старченко. – Суми : СумДУ, 2010. – 270 с.
163. Столяренко Л. Д. Основы психологии / Л. Д. Столяренко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1999. – 672 с.
164. Тарасевич В. Н. Инновации синергетики и синергетика инноваций / В. Н. Тарасевич // Социально-экономические проблемы информационного общества ; под ред. Л. Г. Мельника и М. В. Брюханова. – Сумы : Университетская книга, 2010. – С. 395–410.
165. Тарасевич В. Н. Экуника: гипотезы и опыты : монография / В. Н. Тарасевич. – М. : ТЕИС, 2008. – 566 с.
166. Тенденции на рынке биогаза в Европе [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.biowatt.com.ua/analitika/tendentsii-na-rynke-biogaza-v-evrope/> (актуально на 01.03.2016).
167. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник ; под. ред. В. Н. Волковой и А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2012. – 848 с.
168. Толмачёв О. Что такое конвергенция? // Сети и бизнес. – №4. – 2005. [Электронный ресурс] / О. Толмачёв. – Режим доступа : [http://www.sib.com.ua/archiv\\_2005/4\(23\)2005/konverg/konverg.htm](http://www.sib.com.ua/archiv_2005/4(23)2005/konverg/konverg.htm) (актуально на 10.10.2015).
169. Туган-Барановский М. И. Избранное / М. И. Туган-Барановский. – М. : Наука, 1997. – 735 с.
170. Турлікьян Т. Вітряні станції в сукупній потужності вперше перевищили АЕС [Електронний ресурс] / Т. Турлікьян. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Vitryani-stantsiyi-v-sukupniy-potuzhnosti-vpershe-perevershyly-pokaznyku-roboty-AES/> (актуально на 01.03.2016).
171. Турлікьян Т. (а) Нові батареї від Samsung дозволять електромобілю проїхати 600 км на одному заряді [Електронний ресурс] / Т. Турлікьян. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Novi-batareyi-vid-Samsung-dozvoluyut-elektromobilyam-proyikhaty-600-km-na-odnomu-zaryadi/> (актуально на 01.03.2016).
172. Турлікьян Т. (б) У США кількість працівників "сонячної" сфери вперше перевищила нафтову промисловість [Електронний ресурс] / Т. Турлікьян. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-kilkist-pratsivnykiv-sonyachnoyi-sfery-vpershe-perevishchyla-naftovu-promyslovisht/> (актуально на 01.03.2016).
173. Турчин В. Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции / В. Ф. Турчин. – М. : ЭТС, 2000. – 368 с.
174. Уилбер К. Краткая история всего / К. Уилбер ; пер. с англ. – М. : Астрель, 2006. – 476 с.
175. Уперенко Н. А. Проблема разработки инверсионно-полевых представлений о развитии в экономической истории и экономической теории / Н. А. Уперенко // Актуальные проблемы экономики и менеджмента: теория, инновации и современная практика ; под ред. Э. А. Кузнецова. – Харь-

- ков : Бурун Книга, 2011. – С. 218–238.
176. Урсул А. Д. Информация / А. Д. Урсул. – М. : Наука, 1971. – 296 с.
177. Физический энциклопедический словарь / [гл. ред. А. М. Прохоров]. – М. : Сов. Энциклопедия, 1995. – 928 с.
178. Философский энциклопедический словарь / гл. редакция: Л. Ф. Ильичев, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалев, В. Г. Панов. – М. : Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с.
179. Финкельштейн С. Стратегия прорыва / С. Финкельштейн, Ч. Харви, Т. Лотон ; пер. с англ. – К. : Companion Group, 2007. – 336 с.
180. Федосенко Н. В 2015-му інвестиції у відновлювану енергетику сягнули 329 млрд доларів [Електронний ресурс] / Н. Федосенко. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/V-2015-mu-investytsiyi-u-vidnovlyuvanu-enerhetyku-syahnuly-329-milyardiv-dolariv/> (актуально на 1.03.2016).
181. Федосенко Н. (а) У США працює інноваційна цілодобова сонячна електро-станція [Електронний ресурс] / Н. Федосенко. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-pratsyuje-innovatsiy-na-tsilodobova-sonyachna-elektrostantsiya-/> (актуально на 1.03.2016).
182. Філософський енциклопедичний словник / гол. ред. В. І. Шинкарук – К. : Абрис, 2002. – 744 с.
183. Философский энциклопедический словарь / редакторы составители: Е. Ф. Губский, Г. В. Кораблева, В. А. Лутченко. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 576 с.
184. Хазен А. М. Разум природы и разум человека / А. М. Хазен. – М. : Университетский, 2000. – 604 с.
185. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам / Г. Хакен. ; пер. с англ. – М. : КомКнига, 2005. – 248 с.
186. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии / Г. Хакен ; пер. с нем. – М. : Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2003. – 320 с.
187. Хвесик М. А. Сталий розвиток: світоглядна ідеологія майбутнього / М. А. Хвесик, І. К. Бистряков, Л. В. Левковська, В. В. Пилипів. – К. : ІЕПСР НАН України, 2012. – 465 с.
188. Хель И. Индустрия 4.0: Что такое Четвёртая промышленная революция? [Электронный ресурс] / И. Хель. – Режим доступа : <http://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html> (актуально на 01.03.2016).
189. Хенс Л. Методы оценки показателей устойчивого развития / Л. Хенс, К. Флаэминк // Социально-устойчивый потенциал устойчивого развития : учебник ; под ред. Л. Г. Мельника, Л. Хенса. – Сумы : Университетская книга, 2007, – С. 231–257.
190. Ховавко И. Ю. Административно-правовые и экономические методы регулирования воздействия на окружающую среду : монография / И. Ю. Ховавко. – М. : Экономический факультет МГУ; ТЕИС, 2009. – 196 с.
191. Хокен П. Естественный капитализм: грядущая промышленная революция /

## Литература

---

- П. Хокен, Э. Ловинс, Х. Ловинс ; пер. с англ. – М. : Наука, 2002. – 459 с.
192. Хомяков П. М. Системный анализ : Экспресс-курс лекций : уч. пос. / П. М. Хомяков. – М. : Издательство ЛКИ, 2010. – 216 с.
193. 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.
194. Хумарова Н. І. Екологоорієнтоване стратегічне планування розвитку територій : монографія / Н. І. Хумарова. – Одеса : Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України, 2011. – 408 с.
195. Цымбал В. П. Теория информации и кодирование / В. П. Цымбал. – К. : Вища школа, 1977. – 288 с.
196. Четвёртая революция: Интернет вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ncca.ru/file?Files&141> (актуально на 01.03.2016).
197. Чернавский Д. С. Синергетика и информация (динамическая теория информации) / Д. С. Чернавский. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
198. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. – М. : Мысль, 1973. – 350 с.
199. Шевцов В. Ю. Скарбниця / В. Ю. Шевцов. – Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2005. – 262 с.
200. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон, Е. Бандвагон ; пер. с англ. – М. : ИЛ, 1963. – 690 с.
201. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? / Э. Шредингер ; пер. с англ. – М. : РИМИС, 2009. – 176 с.
202. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития / Й. А. Шумпетер ; пер. с англ. – М. : «Директмедиа Паблишинг», 2008. – 401 с.
203. Щедровицкий П. Г. Третья промышленная революция. Выступление на XIX межрегиональной тьюторской конференции, 28.10.2014 [Электронный ресурс] / П. Г. Щедровицкий. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=4a4qwURJTk> (актуально на 1.03.2016).
204. Эбелинг В. Физика процессов эволюции. Синергетический подход / В. Эбелинг, А. Энгель, Р. Файстель. ; пер. с нем. – М. : УРСС, 2001. – 328 с.
205. Экономика фирмы : учебн. пособие ; под ред. А. Н. Ряховской. – М. : Магистр; ИНФРА-М, 2013. – 511 с.
206. Экономическая энциклопедия / гл. ред. Л. И. Абалкин. – М. : Экономика, 1999. – 1055 с.
207. Экономическая энциклопедия. Политическая экономия (в 4 т.) / гл. ред. А. М. Румянцев. – М. : Советская энциклопедия, 1980. – Т. 4. – 672 с.
208. Электромобили в Украине в 2015 году: сервис, зарядка, выгода в деньгах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://itc.ua/articles/elektromobili-v-ukraine-v-2015-godu-servis-zaryadka-vyigoda-v-dengah/> (актуально на 1.06.2015).
209. Эшби У. Р. Введение в кибернетику / У. Р. Эшби ; пер. с англ. – М. : Либроком, 2009. – 432 с.
210. Юдин В. В. Принципиальные особенности современной естественнонауч-

- ной картины мира / В. В. Юдин // Концепции современного естествознания : учебник ; под ред. В. Н. Лавринко, В. П. Ратникова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – С. 68–80.
211. Ягодинский В. Н. Ритм, ритм, ритм! Этюды хронобиологии/ В. Н. Ягодинский. – М. : Знание, 1985. – 192 с.
212. Яковец Ю. В. Научное наследие Саймона Кузнецца: синтез теорий циклов, эпохальных инноваций и экономического роста / Ю. В. Яковец. – М. : МИСК, 2011. – 56 с.
213. Яковлева Н. (а) У 2015 році світ зменшив споживання вугілля на 47 млн тон. [Електронний ресурс] / Н. Яковлева. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-2015-rotsi-svit-zmenshyv-spozhyvannya-vuhillya-na-47-mln-tonn/> (актуально на 01.03.2016).
214. Яковлева Н. (б) Schneider Electric розробили "розумну" систему накопичення енергії EcoBlade [Електронний ресурс] / Н. Яковлева. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Schneider-Electric-rozrobyla-rozumnu-systemu-nakopychennya-enerhiyi-EcoBlade/> (актуально на 01.03.2016).
215. Arber W. Promotion and limitation of genetic exchange. Nobel Lecture / W. Arber. – Stockholm : Nobel Committee, 1978. – 11 p.
216. Backlund A. The definition of system / A. Backlund. In: Kyberenets, vol.29, #4, P. 444–451.
217. Bloen J. The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Peltween IT and OT / J. Bloem, M. van Doorn, S. Duivesteyn, D. Excoffier, Maas, E. van Ommeren. – Groningen: Sogeti VINT, 2014. – 40 p.
218. Boulding K. E. The economics of the coming Spaceship Earth / K. E. Boulding // Classics in environmental studies. An overview of classic texts in environmental studies / Editors: N. Nelisse, J. Van Den Straaten and L. Klinkers. – Amsterdam, the Netherland, 1997. – P. 218–228.
219. Dawkins R. The selfish gene / R. Dawkins. – Oxford : Oxford University Press, 1989. – 337 p.
220. Dedicoat C. Circular economy: what it mean, how to get there [Electronic resource] / C. Dedicoat. – Access mode : <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-importance-of-a-circular-economy> (актуально на 01.03.2016).
221. Denmark Just Produced 140% of its Electricity Needs with Renewable Wind Power. Earth we are on. News. July 17.2015. [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.ewao.com/a/1-denmark-just-produced-140-of-its-electricity-needs-with-renewable-wind-power/> (актуально на 1.11.2015).
222. Faber M. Evolution in biology, physics and economics. A conceptual analysis / M. Faber, J.L.R. Proops // The book: Evolutionary theories of economic and technological change: present status and future prospects. – Manchester : Harwood Academic Publishers, 1991 – Pp. 58–87.
223. Fisk D. Thermodynamics on Main Street : When entropy really counts in economics / D. Fisk // J. Ecological Economics. #70.2011. – P. 1931–1936.
224. Gasparyan O. N. Linear and nonlinear multivariable feedback control: A Classi-

## Литература

---

- cal Approach / O. N. Gasparyan. – Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Ltd, 2008. – 341 p.
225. Georgescu-Roegen N. The entropy law and the economic process / N. Georgescu-Roegen. – Cambridge : Harvard University Press, 1971. – 125 p.
226. Hawken P. Natural capitalism: creating the next industrial revolution / P. Hawken, A. Lovins, L. H. Lovins. – Boston, New York : Little, Brown and Company, 1999. – 396 p.
227. Held J. M. Systems of systems: principles, performance and modeling / J. M. Held. – Sydney, Australia : The University of Sydney, 2008. – 200 p.
228. Hermann-Pillath C. The evolutionary approach to entropy : Reconciling Georgescu-Roegen's natural philosophy with the maximum entropy framework / C. Hermann-Pillath // Ecological Economics. #70. 2011. – P. 606–616.
229. Industry 4.0. Wikipedia [Electronic resource]. – Access mode : [http://en.m.wikipedia.org/wiki/Industry\\_4.0](http://en.m.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0) (актуально на 01.03.2016).
230. Köhn J. Hierarchy and velocity of systems. What makes a development sustainable? / J. Köhn. – Rostock : Rostock University, 1996. – 76 p.
231. Kuznets S. S. Toward a Theory of Economic Growth: with «Reflections on the Economic Growth of Modern Nations» / S. S. Kuznets. – W.W. Norton&Company, 1968. – 132 p.
232. Mindell D. A. Between human and machine: feedback, control, and computing before cybernetics / D. A. Mindell – JHU Press, 2002, 29 August. – 439 p.
233. Parson E. A. A summary of major documents signed at the Earth Summit and the Global Form / E. A. Parson, P. M. Haas, M. A. Levy. – Environment, 1992. – № 34 (4). – PP. 12–15, 34–38.
234. Ramaprasad A. On the definition of feedback / A. Ramaprasad // Behavioral Science, 1983. – January. – P. 4–13.
235. Report of the World Commission on environment and development – Our common future, part I: common concerns; 2. Towards sustainable development. – United Nation : General Assembly, 1987. – P. 54–76.
236. Rolston H-III. Genes, genesis and God. Values and their origins in natural and human history / H-III. Rolston. – Cambridge, UK : University Press, 1999. – 400 p.
237. Schumpeter J. A. The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle / J. A. Schumpeter. – New Brunswick (U.S.A.) and London (U.K.): Transaction Publishers, 2008. – 392 p.
238. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution [Electronic resource] / K. Schwab. – Access mode : <http://www.weforum.org/pages/the-fourth-industrial-revolution-by-Klaus-Schwab> (актуально на 01.03.2016).
239. Solar and Wind Just Passed Another Big Turning Point [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-10-06/solar-wind-reach-a-big-renewables-turning-point-bnef> (актуально на 10.03.2016).
240. Solar Power. Clean Technica [Electronic resource]. – Access mode : <http://cleantechnica.com/solar-power/> (актуально на 01.03.2016).
241. System. Wikipedia [Electronic resource]. – Access mode :

- <https://en.m.wikipedia.org/wiki/system> (актуально на 1.03.2016).
242. The Fourth Industrial Revolution. Things to Tighten the Link Between IT and OT. [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.linkedin.com/pulse/fourth-industrial-revolution-things-tighten-link-ot-maximiliano?trkSplashRedir=true&forceNoSplash=true> (актуально на 01.03.2016).
243. 9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/9-quotes-that-sum-up-the-fourth-industrial-revolution> (актуально на 01.03.2016).

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Алгоритм 34, 51, 52, 129, 166, 232, 246, 307, 388
- Антиэнтропийный потенциал 4, 58, 316, 322, 327, 330, 331
- Биосфера 24, 26, 327, 329-336, 338
- Бифуркация 132, 136, 151
- Быстродействие 42, 143, 174, 219, 340, 373, 375
- Вероятность 13, 91, 92, 136, 206, 207, 218, 297, 392
- Взаимовыгодность 18, 112
- Воспроизводственный феномен 35, 36, 253, 254
- Время 10, 31, 53, 168, 189, 191, 216, 217, 224, 226-228, 231, 232, 238, 280, 285, 304, 309, 312, 324, 364, 365, 372, 376, 384
- Гомеостаз 23, 28-30, 80, 140, 180, 336
- Деградация 31, 239, 240, 301, 311
- «Дематериализация» экономики 308, 367, 390
- Диссипация (рассеивание) энергии 22, 56, 60, 118, 192, 193, 212
- Закономерность 47, 48, 57, 62, 64, 83, 128, 192, 250, 255, 277, 288
- Иерархия 143, 165, 194, 195, 240-242, 246, 331
- Изменчивость 14, 100, 102, 103, 142, 143, 149, 158, 257, 282, 346, 388, 391
- Инновации 48, 149, 151-154, 219, 220, 303, 315, 320
- Интересы 103, 184, 321, 324
- Информационная основа 38, 61, 84, 86, 91, 278
- Информационная реальность 86, 88
- Информационное начало 36, 84, 284, 391
- Информационное/ постиндустриальное общество 339, 342
- Информационный статус 171, 173-176
- Информация 37, 38, 80, 84, 86-88, 91, 93, 94, 143, 166, 171, 173, 214, 216-218, 232, 245, 257, 330, 339, 340, 370, 382, 386
- Искусственный отбор 163-165, 285, 347
- Капитал 41, 73-75, 232, 320, 341
- Качество информации 93, 94, 173, 175
- Качество энергии 70, 166
- Квазиэнергия 73, 206, 297, 320, 324, 325
- Коммуникация 383-385
- Компьютер 19, 151, 307
- Конвертация 100, 171, 221, 227, 231-234, 239, 297
- Личность 17, 32, 33, 141, 284, 287, 288
- Материальная реальность 371
- Материально-энергетическое начало 33, 34, 37, 42, 66, 95, 166, 319, 323, 325, 333, 342, 360-361
- Метаболизм 14, 22-27, 84, 93, 116, 303, 304, 313, 387
- Механизм обратной связи 263
- Мозг 33, 143



- Направленность 29, 34, 44-48, 50, 52, 58, 101, 125, 136, 156, 224, 255, 277, 331
- Наследственность 14, 98, 101, 103, 142, 155, 156, 257, 391
- Начала природы 34, 37
- Необратимость 29, 44-46, 48, 136, 137, 255, 277, 289
- Обратная связь 121, 122, 128
- Ограничение 254, 273
- Оптимальность 136, 146, 262, 349
- Отбор 98, 135, 143, 146, 153, 154, 158, 162-164, 241, 243
- Открытость 21, 22
- Отрицательная/положительная обратная связь 121, 122, 128
- Потенциалов разница 28, 215, 267, 369
- Потребности 43, 53, 77, 124, 126, 130, 174, 198, 254, 270, 273, 285, 286, 289-294, 297, 303, 328, 358, 363
- Природные факторы 156, 321, 326
- Прогрессивное развитие 238, 239, 307, 311
- Пространство 137, 245, 285, 292, 332,
- Противоречие 36, 160, 362
- Работа 62, 67, 68, 72, 74, 75, 97, 123, 200, 230, 232, 372
- Развитие 25, 29, 41, 44, 46, 48, 50, 62, 75, 77, 82, 88, 100, 105, 107, 124, 130, 142, 144, 158, 168, 184, 223, 224, 231, 238, 239, 243, 246, 252, 255, 276, 278, 282, 283, 290, 292, 296, 299, 303, 307, 313, 319, 322, 332, 335, 337, 345, 356, 364, 387, 388, 390
- Различие 28, 36, 87, 194, 284, 294, 299, 311, 319, 321, 391
- Разнообразие 86, 101, 162, 250, 329
- Самоорганизация 49, 252, 276, 277, 392
- Саморазрушение 61, 179
- Свободная энергия 56, 59, 71, 197, 206-208, 296, 307, 309, 310, 313, 315
- Синергетизм 51, 53, 111, 140, 255, 387
- Синергетическая основа 61, 278, 378
- Синергетический феномен 11, 14, 111
- Синергетическое начало 37, 39
- Синергизм (синергетизм) 111-113, 118, 119, 120, 245, 246
- Система систем 221-223
- Согласованность 69, 96, 115, 116, 181, 234, 269
- Социальная память 106
- Социально-экономическая система 78, 276, 297, 313, 330, 332, 339
- Технология 45, 103, 109, 151, 162, 231, 343, 344, 345, 372, 382, 383
- Трансформация 76, 77, 97, 121, 136, 137, 142, 227, 228, 304, 313, 338, 361, 368, 373
- Триалектика 34, 330
- Упорядочение 179, 217, 252, 258, 265, 316, 331, 335, 387
- Упорядоченность 48, 50-53, 59, 66, 67, 94, 97, 171, 189, 197, 206, 214, 252, 256, 258, 277, 324, 327, 330, 331, 332, 387
- Устойчивое развитие 255, 335

## Предметный указатель

---

Устойчивость 20, 29, 78, 83, 88, 101,  
124, 131, 137, 180, 223, 235, 288,  
292, 297, 300-303, 335, 336-339,  
365

Функция 24, 25, 27, 58, 82, 84, 121,  
140, 158, 162, 165, 171, 176, 180,  
181, 188, 223, 260, 278, 283, 295,  
310, 311, 340, 387, 391

Цель 13-15, 41, 46, 83, 139, 174, 179,  
252, 278, 337, 386

Циклы 350, 360, 385, 389

Человек «био», «социо», «трудо» 14,  
284, 290-295, 383, 390, 391

Экономика 45, 313, 317, 346, 352, 360

Эмерджентность 19, 34, 37, 241, 257

Энтропия 56, 61, 66, 92, 168, 187, 188,  
192, 193, 201, 205-207, 331

Эффективность 29, 30, 42, 47, 69, 71,  
81, 94, 99, 114, 129, 149, 152,  
161, 176, 199, 207, 208, 210, 211,  
215, 220, 227, 235, 237, 240, 251,  
255, 263, 265, 278, 298, 307, 315,  
331, 339, 344, 345, 346, 378.

# TABLE OF CONTENTS

## **Introduction**

### **Chapter 1. The System as the Basic Object of the Development Process of Nature**

- 1.1 The Concept of a System
- 1.2 Systems' Openness and Stationarity
- 1.3 Metabolism as the Basis of Systems Functioning and Development
- 1.4 The Fundamental Functions of Stationarity and Homeostasis

### **Chapter 2. Trialectic Basics of Systems Formation**

- 2.1 The Paradox of the Systems Origins Phenomenon.
- 2.2. Trialectics of Natural Origins and Implementation of Emergency Effect
- 2.3 Mystery of Natural Origins
- 2.4 The Implementation of the System Forming Phenomenon
- 2.5 Triune Harmony Law

### **Chapter 3. The Content of Development**

- 3.1 The Concept of Development
- 3.2 The Concept of Orderliness and Order
- 3.3 The Dialectics of Systems Self-reproduction and Self-destruction Processes
- 3.4 Regularities of Nature Self-Organization
- 3.5 General Scientific Bases of Systems Self-Orderliness Processes

### **Chapter 4. Material and Energy Basics of Systems Development**

- 4.1 The Essence and Function of Material and Energy Basis
- 4.2 Energy as a Driving Force of Development Processes
- 4.3 Energy (Quasienergy) Balance of the System
- 4.4 Implementation of Quasienergy Balance in Socio-Economic Systems

### **Chapter 5. Information Basics of Systems Development**

- 5.1 The Role of Information in Systems Formation and Development
- 5.2 The Concept of Information
- 5.3 Quantitative Assessment of Information
- 5.4 Quality of Information
- 5.5 Progress - through the Increase of Systems Informativeness

### **Chapter 6. Memory and Its Role in the Processes of Development**

- 6.1 The Content of Memory
- 6.2 The Role of Memory in the Processes of Development
- 6.3 The Role of Memory in Ensuring Systems Stability and Variability
- 6.4 Dualism of Economic Systems
- 6.5 The Evolution of Systems Memory, Social Memory

**Chapter 7. Synergetic Basics of Development**

- 7.1 The Concept and Conditions for Synergetic Effects Realization in Economic Systems
- 7.2 The Content of Prerequisites for Synergism
- 7.3 The Realization of Synergetic Effect in Systems
- 7.4 Synergetic Effects in Economy

**Chapter 8. Mechanisms of System Stability and Changeability**

- 8.1 Feedback Mechanisms
- 8.2 Peculiarities of Negative Feedback Mechanisms
- 8.3 Peculiarities of Positive Feedback Mechanisms Use
- 8.4 Mechanisms of System Transformation
- 8.5 Peculiarities of Bifurcative Mechanisms

**Chapter 9. Factors and Mechanisms of Systems Evolution**

- 9.1 Key Development Triad: Variability, Heredity, Selection
- 9.2 Characteristics of Variability
- 9.3 Innovations as the Basis for Economic Systems Efficiency Increase
- 9.4 Characteristics and Mechanisms of Heredity
- 9.5 Selection Mechanism
- 9.6 Selection as a Tool for Improving Social and Economic Systems

**Chapter 10. Energy-Information Basics of Systems Development**

- 10.1 Energy-information Unity of Development Processes
- 10.2. Interaction of Energy and Information
- 10.3 Relative Replacement of Energy and Information
- 10.4 Information Status of Capital
- 10.5. Energy-Information Contents of Feed-Back Mechanisms

**Chapter 11. Energy-Entropy Basics of Systems Functioning**

- 11.1. The Concept of Entropy Balance
- 11.2 Factors of Entropy Production
- 11.3 System's External Exchange and Energy-Entropy Activity
- 11.4. Taking of Systems Dynamics into Account
- 11.5. Energy, Entropy, Orderliness
- 11.6. Conclusions from Energy-Entropy Balance Analysis
- 11.7. Influence of Time Factor on Systems Changes Processes

**Chapter 12. Interaction and Conversion of System Forming Factors**

- 12.1 System of Systems
- 12.2 Time as a System Forming Factor
- 12.3 Conversion of System Components
- 12.4 Increase of Efficiency as a Precondition for Systems Progressive Development
- 12.5 The Metasystem Transition

12.6 Fundamentals of System Analysis and System Thinking

**Chapter 13. Basics of Systems Self-Organization**

13.1 The Concept of Systems Self-Organization

13.2 Laws of Systems Self-Organization

13.3 Analysis of Systems Self-Organization Cycle

13.4 The Driving Force of Self-Organization

**Chapter 14. The Development of Socio-Economic Systems**

14.1 Peculiarities of Socio-Economic Systems Development

14.2 Goal Setting as a Key Factor of Socio-Economic Systems Development

14.3 The Reproduction of the Essential Origins of a Human as the Component of Socio-Economic System

14.4 The Quality of Socio-Economic Development

14.5 Industrial Metabolism and Processes of Socio-Economic Development

**Chapter 15. Formation of Natural and Social Antientropy Potential**

15.1. The Evolution of Planet Antientropy Potential

15.2. Economic System as the Component of Antientropy Potential

15.3. Peculiarities of Public Antientropy Potential

15.4. Biosphere and Space Fundamentals of Antientropy Potential

15.5. Triangles of the Planet Integral Antientropy Potential

**Chapter 16. The Analysis of the Present Stage of Socio-Economic Development**

16.1. Ensuring Sustainable Development

16.2. Information Society as a Prerequisite for Transition to Sustainable Development

16.3. Technological Conditionality of Transformations in Information Society

16.4. Principles of Projecting the Socio-Economic Systems in Information Society

**Chapter 17. The Formation of "Green" Economy and Transition to the Third and Fourth Industrial Revolutions**

17.1. "Green" Economy as the Result of the Third Industrial Revolution

17.2. Objective Prerequisites for Socio-Economic System Transformation in Industrial Revolutions

17.3. Transformation of Material and Energy Basis in the Third Industrial Revolution

17.4 Transformation of Information Basis of Economic Systems in the Third Industrial Revolution

17.5 Transformation of Synergetic Basis as the Key Factor of the Third Industrial Revolution

17.6. Contours of the Fourth Industrial Revolution

17.7. "Internet of Things" as the Basic Core of the Fourth Industrial Revolution

**Conclusion**

**References**

## **The Theory of Systems Development**

Today we are witnessing a change in the principle subject of scientific study that moves from the study of systems to the study of systems state changes, i.e., development. In the book on the examples of processes and phenomena in the abiotic nature, the biosphere and society the regularities of self-organization and development of open stationary systems are studied as a unified process of nature evolution. The phenomenon of trialectic unity of material, information and synergetic origins as the basis for the creative function of nature is analyzed. Key factors and mechanisms of systems' development: feedbacks, memory, material– information–synergetic conversions, antientropy potential, transformation mechanisms (adaptation and bifurcation), evolutionary factors (variation, heredity, selection) are considered. Preconditions for sustainable socio-economic development and informing information society, as well as implementation of the Third and Fourth Industrial Revolutions are tackled. The book is for scientists, personnel of enterprises, teachers and students.

Науковое видання

Мельник Леонід Григорович

## Теорія розвитку систем

(Російською мовою)

Монографія

Друкується в авторській редакції

Художнє оформлення Завдов'єва Ю. М.  
Комп'ютерна верстка Завдов'єва Ю. М.

Підписано до друку \_\_\_\_.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офсетний.  
Друк \_\_\_\_ . Ум. друк. ар. \_\_\_\_ . Обл.-вид. арк. \_\_\_\_  
Тираж \_\_\_\_ прим. Замовлення № \_\_\_\_

Відділ реалізації  
Тел./факс: (0542)65-75-85  
E-mail: info@book.sumy.ua

ТОВ «ВТД «Університетська книга»  
40009, м. Суми, вул. Комсомольська, 27  
E-mail: publish@book.sumy.ua  
www.book.sumy.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 489 від 18.06.2001

Віддруковано на обладнанні «ВТД «Університетська книга»  
вул. Комсомольська, 27, м. Суми, 40009, Україна  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 489 від 18.06.2001