

---

---

АССОЦИАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ  
РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА XX ВЕКА

---

---

---

С. И. ВАЛЯНСКИЙ

ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ  
И  
ОБРАЗОВАНИЕ

Условия выживания России



СЕРИЯ «АИРО-МОНОГРАФИЯ»

МОСКВА  
2005

УДК 378; 519.7  
ББК 32.81+74  
В 34

*Ответственный редактор:*

Доктор физико-математических наук, профессор, академик  
Международной инженерной академии, заведующий отделом  
ИОФ РАН *В. В. Смирнов*

*Рецензенты:*

Доктор социологических наук, профессор, заведующий  
кафедрой организации социальных систем и антикризисного  
управления РАГС *В. Л. Романов*

Доктор экономических наук, доктор философских наук,  
профессор кафедры управления качеством образования  
Исследовательского центра проблем качества подготовки  
специалистов *А. И. Субетто*

С. И. Валянский. Теория информации и образование.  
Условия выживания России. Серия «АИРО–МОНОГРАФИЯ».  
М.: АИРО–XX; «Крафт+». 2005. 140 с.

Актуальнейшая проблема сегодняшнего дня – выход из системы глобальных кризисов, с которыми столкнулось население земли, и переход к «обществу разумного потребления», обществу знания. Огромную роль в этом процессе играет образование – социальный институт, одной из задач которого является сохранение и трансляция знания (информации) в социальных системах.

А что такое информация? Изначально ее теория возникла для нужд техники. Из-за этого многие ее аспекты остались не развитыми, потому что они просто не были важными для технических систем. Применение теории информации к биологическим системам уже заставило заняться вопросом возникновения новой информации. А работа с социальными системами выдвинула такие понятия, как ценность, эффективность, сложность информации и т. д. Более полный подход к теории информации, в свою очередь, позволяет найти решения ряда проблем в теории социальных систем, в частности – в образовании, и показать пути оптимизации этих процессов.

ISBN 5-93675-097-3

© С. И. Валянский, 2005  
© «АИРО–XX», 2005  
© «Крафт+», 2005

## Содержание

<b>Введение</b> .....	6
<b>Глава 1. Теория информации</b>	
1.1. История возникновения теории информации .....	13
1.2. Эволюция стилей мышления .....	18
1.3. Особенность объектов общественных наук с точки зрения математики .....	25
1.4. Что можно почерпнуть из методологии физики .....	31
1.5. Хронотроника .....	33
1.6. Создание новой информации .....	35
1.7. Соотношение между информацией и энтропией .....	37
1.8. Ценность, эффективность и сложность информации .....	39
1.9. Рецепция информации .....	43
1.10. Передача информации .....	45
1.11. Первичная и вторичная информация .....	47
1.12. Социальная информация .....	48
1.13. Горизонт предсказания .....	52
1.14. Два потока информации .....	53
<b>Глава 2. Процессы выбора и отбора в сложных системах на конвергентных и дивергентных фазах развития</b>	
2.1. Эволюция социальных структур .....	58
2.2. Конвергентная фаза развития .....	59
2.3. Дивергентная фаза эволюции .....	63
2.4. Силовое и параметрическое переключение .....	64
2.5. Иерархия уровней информации в развивающихся системах ..	66
2.6. Возникновение алфавита .....	68
<b>Глава 3. Образование</b>	
3.1. Новый этап в развитии образования .....	73
3.2. Роль государства. Формирование цели .....	75
3.3. Неоднородность образования .....	79
3.4. К истории элитного инженерного образования в СССР .....	85
3.5. Взаимодействие социальных структур разного уровня .....	
<i>Специализация, иерархия и управление</i> .....	88
<i>Конкуренция и специализация</i> .....	89
3.6. Иерархия в образовании и горизонтальные структур .....	95
<i>Структурные пропорции в развитии высшей школы</i> .....	97
<i>Моделирование изменений возрастной структуры преподавательских кадров</i> .....	101
3.7. Упреждающее развитие образования .....	103
3.8. Образование как нелинейная система .....	105
3.9. Непрерывное образование .....	109
3.10. Дистанционное образование .....	112
3.11. Качество образования .....	113
3.12. Иностраный опыт .....	116
<i>Словарь</i> .....	121
<i>Литература</i> .....	125

---

---

*Знать – значит уметь,  
Понимать – значит действовать*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сегодня много говорится о постиндустриальном обществе, о его модификации информационном обществе и о переходе к глобальному обществу. В этих разговорах много субъективного, не соответствующего действительности, но есть указания и на объективные моменты, главный из которых – возрастание роли образования. Только с его помощью можно будет выйти из системы глобальных кризисов и перейти к «обществу разумного потребления», обществу знания. Образование – социальный институт сохранения и трансляции информации в социальных системах. Поэтому более адекватное понимание, что такое информация, позволяет получить с единых позиций решение целого ряда проблем, существующих в образовании.

В 40-х годах XX века появилась новая наука – кибернетика. Ее создатель Н. Винер считал, что она возникла в ответ на требования своего времени – эпохи связи и управления. Связь – это не что иное, как передача информации, в том числе и для нужд управления. И рождение кибернетики явилось сигналом к созданию теории информации. Но коль скоро исследователи ориентировались, в основном, на технические системы, то ряд очень важных свойств информации ускользнул от их взгляда. Так, например, в рамках этого подхода не возникал вопрос о том, как информация возникает. Считалось, что она уже существует и задача состоит лишь в ее передаче и адекватном приеме, чтобы при этом она не маскировалась шумами, а каналы связи были бы способны передать необходимый объем информации. При решении последней задачи появилась идея, как измерить количество информации. При этом было обнаружено, что аналитические выражения, определяющие ее количество, удивительно похожи на соответствующие соотношения для энтропии. Исходя из этого, стал обсуждаться вопрос о связи между информацией и энтропией. Появилось мнение, что при увеличении информации энтропия системы уменьшается, и эти изменения равновелики. Стали считать, что информация есть способ борьбы с беспорядком во внешней среде.

Но ситуация изменилась, когда встал вопрос о роли информации в процессах функционирования биологических систем. При этом на первый план выдвинулся вопрос о возникновении информации. Оказалось, что информация возникает лишь в процессах, результат которых не известен заранее. Иначе это не будет новой информацией, а лишь модификацией уже известной. И, кроме того, этот случайный результат должен быть запомнен. В противном случае с ним нельзя будет работать в дальнейшем.

Из такого понимания информации стало понятно, что информация и энтропия – разнопорядковые величины. Более того, появление новой информации сопровождается генерацией дополнительной энтропии, а не ее уменьшением.

Для развития биологических систем важна не любая информация, а лишь та, которая способствует выживанию системы. Значит, для таких систем важна не просто информация, а ценная, способствующая достижению определенной цели. Следовательно, важно не количество информации, а количество ценной информации.

При применении теории информации к процессам эволюции социальных систем оказалось, что эту теорию следует еще больше расширить. Было выявлено, что существует первичная информация, воспринимаемая непосредственно, и вторичная, записанная с помощью некоторого кода (например, алфавитного письма), восприятие которой требует определенной компетенции реципиента.

Процесс познания состоит из получения первичной информации и перевода ее во вторичную информацию для передачи другим, что и происходит, например, в процессе обучения. Успех будет зависеть от того, в какой мере выбранный алгоритм описания уже принят в сообществе, то есть от «компетенции» (способности к восприятию) этого сообщества.

Введение представления о «компетенции» реципиента по отношению к новой информации показало, что есть проблема с ее восприятием. Последнее зависит от ценности информации, а ее ценность определяется целью того, кто воспринимает эту информацию.

Для устойчивости социальных систем необходимы два потока информации: один содержит информацию, сохраняемую из прошлого опыта системы, а второй – несет информацию о внешних изменениях и позволяет системе адаптироваться к новым условиям. Наличие этих двух потоков создает определенную сложность в их согласовании.

Расширение области применения теории информации показало, что информация обладает целым спектром свойств: ценностью, эффективностью, сложностью и т. д. Эти параметры зависят от цели, которую преследует использующий ее реципиент. А это значит, что для достижения разнообразных целей нужна не просто информация,

а вполне определенная. При этом информация в социальных системах, заложенная в первичных структурах, обладает условной ценностью, поскольку для ее приема необходим аппарат трансляции.

Время запоминания в социальной системе должно быть достаточно велико – порядка времени ее жизни, т. е. во многих случаях много больше времени жизни отдельного индивидуума или структур, входящих в данную систему. Отсюда следует, что «запомнить» информацию – означает не только сохранить ее в течение жизни отдельного индивида, но и передать потомству. Это значит, что социальная информационная система должна быть авторепродуктивной, а скорость ее создания – много больше скорости ее изменений за счет мутаций и скорости деградации. То есть информация должна быть комплиментарной. Поясним это на примере.

Допустим, у нас есть замок и ключ к нему. Так как мы часто теряем ключи, нам приходится делать копии, сначала с подлинного ключа, а в дальнейшем уже с копий этого ключа. Нам не важно, каким образом мы выбирали замок: то ли мы хотели чего-то определенного, то ли взяли первый попавшийся. Но, сделав выбор замка, мы сделали выбор и ключа. Именно он (ключ, комплиментарный к данному замку) становится теперь важным элементом системы. Без него замок не работает. И все остальные ключи от других замков оказываются бесполезными. Выбор замка есть процесс создания информации. Ошибки, возникающие при последовательных актах копирования, будут накапливаться, и ключи, разделенные друг от друга несколькими «поколениями», окажутся столь различными, что это будет просто другая пара ключ-замок. Как мы можем уменьшить эту ошибку? Проверка того, что ошибка в копировании еще не достигла критического значения, это проверка – подходит ключ к замку или нет. Не подходящий просто выкидывается. В этом и заключается механизм комплиментарности. Правда, в результате такой проверки может «исказиться» и сам замок. И в результате образуется новая «пара». Иначе говоря, возникает новая «мутантная» система. (Легко видеть, что этот пример имеет отношение к процессу образования.)

Следует отметить, что возникновение информации из шума – это совсем не то, что обнаружение информации, замаскированной шумом. В последнем случае информация существовала, хотя и в замаскированном виде, тогда как в первом случае ее просто не было.

По мере развития системы возрастает сложность информации, которой она пользуется. А вероятность спонтанного ее возникновения становится столь малой, что это можно считать практически невероятным событием. (Например, вытаскивая случайным образом буквы, трудно надеяться, что в результате эта последовательность букв случайно сложится в хорошее стихотворение.) Но, допустим, подобный

процесс проходит в несколько этапов. Тогда вероятность достижения цели на каждом этапе может быть достаточно большой и итоговая вероятность получения положительного результата не столь мала. (В нашем примере, перебирая буквы, мы сначала составим набор слогов, затем, перебирая слоги, составим набор слов и, перебирая уже слова, попытаемся создать стихотворение.)

Информация, воспринимаемая и сохраняемая социальными системами, может иметь положительную, отрицательную или нулевую ценность в зависимости от ее полезности в достижении некоторой цели. Если цель ясна, то можно из полной информации выделить ценную, отличив ее от «лишней» информации. Отношение количества ценной информации к полной можно назвать коэффициентом эффективности.

Коэффициент эффективности полезен для понимания характера и смысла событий, происходивших в процессе эволюции социальных систем. Но при этом надо понимать, что в разных конкретных ситуациях преследуются разные цели и информация, ценная для одной из них, не является таковой для других. Кроме того, передача информации от структур более низкого уровня к высшим и реализация ее в общей эволюции – процесс многоступенчатый. На каждом этапе часть информации теряется, а эффективность и ценность оставшейся изменяются.

Примем, что «целью» процесса является выполнение функции, обеспечивающей жизнеспособность некоего социального института (назовем ее целью № 1). Это означает, что функция должна выполняться в некотором (довольно широком) диапазоне условий. Информация, необходимая для достижения этой цели, составляет большую величину, но заметно меньше величины полной информации от различных сочетаний членов первичных структур. Уменьшение обусловлено тем, что многие члены первичной структуры могут быть заменены без потери функции.

Но если система, помимо выполнения цели № 1, предполагает еще и свое развитие (обозначим это как цель № 2), то необходимая для этого информация сильно возрастает и становится ценной частью информации, ранее бывшая избыточной.

Рассмотрим теперь «цель № 3», включающую две предыдущие и дополнительное требование – способность к выживанию в условиях «радикальных изменений», например кризиса. Для этого требуется дополнительная информация, которая для целей № 1 и № 2 была избыточной. До очередного качественного скачка, накопление повторов информации не ведет к эволюционному преимуществу, хотя и не является «вредным» процессом. Такая информация нейтральна. Она, однако, становится весьма «положительным» признаком при приспособлении к качественно новым условиям. Иными словами, накопление

«нейтральной» информации является необходимым условием социального прогресса. Таким образом, при усложнении целей, когда каждая последующая включает предыдущую, возрастает как ценность информации, так и ее эффективность.

При этом, однако, нужно иметь в виду, что значимость целей существенно различна на разных этапах эволюции. Так, на конвергентных стадиях цель № 3 не является главной. И в эти периоды можно отказаться от части информации, что приведет к увеличению эффективности за счет уменьшения количества исходной информации. При этом сохраняется «ценность» в рамках цели № 2, но уменьшается «ценность» в рамках цели № 3, т. е. в данном случае – потенциальная ценность. Это дает эволюционные преимущества при адаптации к стабильным условиям обитания. На дивергентных этапах эволюции, особенно в условиях «качественного скачка», цель № 3 становится главной, для ее достижения необходимо наличие «лишней» информации, «молчащих повторов». Отсюда видно, что рассмотренные цели находятся в дуальном отношении, стремление к одной уменьшает вероятность достижения другой. Поэтому стремление к максимальной эффективности нельзя считать движущей силой на всех ее этапах. Следует полагать, что в среднем в эволюции сохраняется некоторое оптимальное (не близкое к максимальному) значение эффективности.

Это имеет прямое отношение к процессу образования. То, что на определенных этапах развития общества считается «излишней» информацией для обучения, может оказаться очень важным в другие моменты и общество может оказаться неподготовленным к происшедшим изменениям. Конечно, давать как можно больше информации в процессе образования нельзя, но, с учетом сказанного выше, возможно оптимизировать процесс обучения.

Взгляд на информацию как на запомненный выбор показывает, что у нас есть достаточно ограниченный горизонт предсказания нового. И, чтобы такой прогноз осуществить, нужно использовать развиваемый сегодня «нелинейный» (или синергетический) тип мышления, основная суть которого заключается в том, что в процессе эволюции сложных систем они проходят этапы, когда их поведение детерминировано, сменяемые этапами стохастического поведения. В периоды стохастизации возможности прогноза ограничены, но именно на этих этапах и возникает новая информация.

Сегодня скорость смены технологий и образцов происходит несколько раз за одно поколение. Иначе говоря, начав учиться в одном мире, к окончанию человек попадает в другой мир – и уже надо переучиваться. Поэтому и выдвигается тезис о необходимости непрерывного образования.

Иначе говоря, если раньше было достаточно процесса обучения (процесс организации), то теперь на первый план выходит самообучение (процесс самоорганизации). Требуется не просто транслировать прошлый опыт, а стремиться выжить в условиях «радикальных изменений».

Если раньше шел процесс дифференциации знания, а он был необходим из-за сложности объекта изучения – Природы, то теперь для нормального обучения должен идти процесс интеграции знания, в дополнение к процессам дифференциации. Причем, последнее уже не может быть определяющим. Так «гуманитариев» достаточно познакомить с процессами, изучаемыми естественными науками, с помощью предмета «Концепции современного естествознания», а «естественникам» надо давать представления об общественных науках в виде интегративного предмета «Концепции современного гуманитарного знания».

Для правильной организации процесса обучения важно точно сформулировать его цели. От этого будет зависеть, какая информация, даваемая в процессе обучения, ценная, а какая нет. Кроме того, следует согласовывать цели систем разного уровня: страны, учителя и ученика. Естественно, что приоритет имеют системы более высокого уровня. Это значит, что главную роль играет целеполагание государства, и системы более низкого уровня должны синхронизироваться с ним.

Для адекватного регулирования процесса образования обязательно надо учитывать его неоднородность, связанную с неоднородностью учеников по подготовке и способностям. Для эффективности образования следует формировать группы по принципу близкой компетенции учеников. А это значит, что должно быть, как минимум, три типа образования: элитное, массовое и образование, поднимающее общий уровень развития граждан страны. Но основное внимание должно уделяться элитному образованию, т. к. его уровень развития определяет уровень развития всего образования страны, да и способность выживания последней.

Наличие двух потоков информации в социальных системах требует наличия двух типов образования в высшей школе. Один – это устоявшиеся курсы базового образования и второй – связанный с текущим и новым знанием, возникающим в изучаемой специальности. Только таким образом можно создать систему, способную к рождению новой информации, появление которой нельзя предсказать заранее.

В образовании существует иерархия идей, иерархия структур, иерархия целей. И надо стараться, чтобы формирование горизонтальных и вертикальных структур, призванных решать стоящие задачи, не навязывалось директивным образом, а возникало бы естественно. При этом возможны как процессы конкуренции, так и процессы возникновения специализации. В этом плане гораздо эффективнее работают

различные неформальные коллективы, самопроизвольно возникающие для решения различных проблем.

Огромную роль в образовании играет личность Учителя.

В образовании важна этапность. При первом знакомстве с предметом следует идти тем путем, которым данное знание возникло, а когда основы его освоены, можно применять квазиаксиоматический подход, если в изучаемой науке таковой создан.

Образование – нелинейная система. Поэтому в ней возникают процессы когерентизации, самоорганизации (в частности, процесс самообразования), существует пороговость при восприятии знания (возникновение параметров порядка).

Огромное значение имеет качество образования. Качество дорого, и не менее дорог его контроль. Но последний процесс можно упростить и сделать самосогласованным. Государство ставит цель своего развития. Производство, развиваясь в рамках этой цели, будет ставить требования для выпускников ВУЗов. Им надо будет подстраивать свой процесс обучения под эти требования, а, чтобы выполнить эти условия, они будут через вступительные экзамены устанавливать требования для выпускных классов школы.

Развиваемые представления о роли информации в образовании позволяют определить роль заимствования иностранного опыта в системе образования. Полное его копирование не имеет смысла, так как его ценность базируется на целях, поставленных тем или иным государством. Поэтому его восприятие не будет соответствовать целям и задачам страны, которая его копирует. Но это не значит, что есть национальная физика, математика и т. д., просто, согласно целям национального образования, формируются национальные программы по разным предметам из тех знаний, которые являются ценными для развития данной страны.

Вот этому кругу вопросов и посвящена данная работа.

---

---

## ГЛАВА I. ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

### 1. 1. История возникновения теории информации

Под теорией информации понимают математическую дисциплину, исследующую процессы хранения, преобразования и передачи информации. Изначально под информацией (от лат. *informatio* – ознакомление, разъяснение, представление, понятие) понимали передачу сведений между людьми с помощью устной или письменной речи. Затем это понятие было расширено, и под информацией стали понимать передачу условных знаков (символов) посредством специальных передающих и принимающих устройств, а также сам процесс передачи или получения этих сведений. В связи с таким пониманием информации встал вопрос об ее измерении.

Первым предложил способ измерения количества информации американский специалист по связи Р. Хартли (1928 г.) [355]. Эта мера вводилась им вне зависимости от способов передачи и формы сигналов в передающих каналах, а также от содержания и психологических аспектов передаваемых сообщений. Если каждое сообщение – независимо от его природы, содержания и назначения – выбирается отправителем из заранее известного получателю множества возможных различных сообщений, то на приемном конце важно знать только результат выбора (случайный для получателя). Неопределенность результата до выбора сообщения при прочих равных условиях зависит от общего числа возможных сообщений –  $m$ . Тогда количество информации есть неопределенность выбора, которая исчезает после выбора сообщения. Хартли предложил логарифмическую меру неопределенности выбора:  $H = k \log_a m$ , где  $k$  – коэффициент пропорциональности, а основание логарифма  $a$  определялось областью применения меры информации. Позднее, когда возникла электронная вычислительная техника и распространилось двоичное исчисление, стали брать  $k = 1$ ,  $a = 2$ . Наиболее простой выбор – выбор между двумя равными возможностями, дает одну двоичную единицу информации, или бит (сокр. от англ. *binary digit*).

Развитие этих идей было продолжено в работе американских ученых К. Шеннона и У. Уивера «Математическая теория связи» («The

mathematical theory of communication») 1948 года [330]. Они предложили абстрактную схему связи, состоящую из шести компонентов (источника информации, передатчика, линии связи, приемника, адресата и источника помех), а также рассмотрели вопросы пропускной способности, помехоустойчивости, кодирования и т. д. А информацию они определили как уменьшение неопределенности, т. е. отбор необходимых элементов из некоторой их совокупности. При этом они имели в виду как неопределенность знания об объекте, так и неопределенность самого объекта. Таким образом, информация стала пониматься как сведения, которые снимают существовавшую до их получения неопределенность. Такой подход получил название – вероятно-статистическая теория.

Развивались и другие подходы. Один из них – алгоритмический. Его суть состоит в следующем. Если нам надо по известному объекту А построить связанный с ним объект В, то количество информации в объекте А относительно объекта В определяется как мера сложности алгоритма преобразования А в В.

Другой подход, называемый топологическим, определял количество информации как меру топологического различия структур, т. е. как меру тех различий, которые остаются инвариантными при топологических преобразованиях. Дальнейшим развитием этих подходов явились попытки оценить количество семантической информации.

В семантической теории информации пытались преодолеть специфику абстрактных подходов и ввести количественные оценки содержательности, важности, ценности и полезности информации, т. е. в известном смысле найти количественную меру семантических характеристик сообщений (предложений, высказываний).

Если допустить, что информация собирается для достижения некоторой цели, то ее ценность естественно считать зависящей от того, насколько она способствует достижению этой цели.

Более общий, чем прежде, подход к понятию информации, а также появление точной количественной ее меры пробудили огромный интерес к ее изучению. С начала 1950-х гг. предпринимаются попытки использовать понятие информации (кстати, не имеющее единого определения и по сей день) для объяснения и описания самых разнообразных явлений и процессов.

Свой подход к информации развивал английский нейрофизиолог У. Р. Эшби. Он трактовал ее не как уничтожение неопределенности, а как снятие тождества, однообразия. В книге «Введение в кибернетику» (1956) [334] он писал, что информация, не может передаваться в большем количестве, чем позволяет количество разнообразия. Иначе говоря, если объекты не различаются, то их совокупность не содержит информации. А чем больше в совокупности отличных друг от друга элементов, тем более в этой совокупности содержится информации.

Наш соотечественник философ А. Д. Урсул [300–303] считал, что различие есть объективная основа информации. Поскольку разнообразие присуще всем предметам и явлениям, постольку информация есть свойство всех материальных объектов. При этом он различал два вида информации: 1) существующая вне управления и 2) неразрывно связанная с ним. В неживой природе информация только хранится и передается. А когда мы осуществляем управление, то предполагается использование информации. Это значит, что информация – не только количество, но и качество. Т. е. она имеет содержание, значение, ценность (полезность).

Понятие информации занимает центральное положение в кибернетике, так как эта наука оперирует с процессами управления, а они невозможны без информации. Кибернетика при изучении технических и живых объектов рассматривает их с точки зрения их способности воспринимать определенную информацию, сохранять ее в «памяти», передавать по «каналам связи» и перерабатывать ее в «сигналы», направляющие их деятельность в соответствующую сторону. Кроме того, при управлении информация должна сохраняться некоторое время, преобразовываться, а результаты обработки (преобразования) – передаваться другим предметам, явлениям, процессам, машинам, людям.

В марксистской философии информация понимается как один из видов осуществления процесса отражения, которое является материальной базой возможности протекания информационных процессов.

Исследование проблем, связанных с научным понятием информации, идет в трех основных направлениях. Первое из них состоит в разработке математического аппарата, отражающего основные свойства информации.

Второе направление заключается в теоретической разработке различных аспектов информации на базе уже имеющихся математических средств, в исследовании различных свойств информации. Например, измерение ценности и полезности информации с точки зрения ее использования. В количественной теории, выдвинутой в 1960 А. А. Харкевичем [315], ценность информации определяется как приращение вероятности достижения данной цели в результате использования данной информации.

Третье направление связано с использованием информационных методов в лингвистике, биологии, психологии, социологии, педагогике и др. Так, например, в лингвистике проводилось измерение информативной емкости языков. (Наиболее известные работы в этой области принадлежат Колмогорову). После статистической обработки большого числа текстов, выполненной с помощью ЭВМ, а также сопоставления длин переводов одного и того же текста на разные языки и многочисленных экспериментов по угадыванию букв текста выяснилось, что при равномерной нагрузке речевых единиц информацией тексты могли бы укоротиться в 4–5 раз. Так, с этой точки зрения, был установлен факт

избыточности естественных языков и довольно точно измерена ее величина, находящаяся в этих языках примерно на одном уровне.

Сегодня имеется целый ряд определений понятия «информация», раскрывающих разные стороны этого сложного понятия. В книге И. В. Мелик-Гайказян [190] собрано достаточно много различных определений этого понятия. Но их можно разбить на несколько основных типов.

Первый – определяет информацию как передаваемое знание или сведения.

Второй – пытается связать информацию со степенью упорядоченности той системы, которая ее получает.

Третий – связывает информацию с теорией отражения. Например, «информация есть отражение в сознании людей объективных причинно-следственных связей в окружающем нас реальном мире» [34].

Четвертый – трактует информацию как данные, используемые для процессов управления.

Пятый – связывает информацию с понятием «алгоритм», как план, инструкцию, сборник правил.

И, наконец, шестой – различные комбинации перечисленных выше основных типов.

Новое для понимания информации дало применение ее к исследованию процессов самоорганизации в биологии. При этом на первое место вышел вопрос, отсутствующий при анализе технических систем, а именно, вопрос о возникновении информации. Особое значение приобрел процесс рецепции и эволюции информации.

В шестидесятых годах американский биолог Генри Каствлер [124] дал следующее определение информации: «Информация есть случайный и запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных». Оно удобно тем, что позволяет дать математическое описание процесса создания информации. Такая работа была выполнена российским биофизиком Д. С. Чернавским [320]. Вполне возможно, наверное, и другое математическое описание этого процесса, но, во всяком случае, математическое описание профессора Чернавского удовлетворяет определению информации. То есть, выражаясь языком математики, можно сказать, что он показал существование такого математического описания, но не доказал его единственность. Для вывода уравнения, описывающего создание информации, был использован аппарат теории динамических систем, тот же, что лежит в основе науки о самоорганизации.

Очень важно, что информация возникает только в процессе случайного выбора. Если же процесс не случаен, то он не дает новой информации, а производит лишь ее рецепцию (принятие, преобразование).

Не менее важно и то, что выбор запоминается. Это значит, что vznikшая информация должна сохраняться, иначе ее невозможно будет использовать.

Выбор предполагает наличие нескольких вариантов, и запомненный не должен сильно отличаться от других, из множества которых

происходит выбор. То есть априорные вероятности различных выборов – величины одного порядка. При этом определение отмечает, что информация возникнет только тогда, когда выбор уже сделан, а не в процессе выбора. Это делает его однозначным и практически ценным.

При этом надо иметь в виду, что не любой процесс может закончиться выбором. Так что информация возникает не всегда, а только в результате информационных процессов, заканчивающихся определенным выбором.

Система, способная создавать новую информацию, должна быть, с одной стороны, мультистационарной, чтобы было из чего выбирать. А с другой – диссипативной. Именно это и позволяет осуществлять процесс запоминания. И, наконец, она должна содержать неустойчивость, благодаря чему осуществляется выбор.

Это значит, что такие системы должны быть открытыми и далекими от равновесия. Но при этом не все степени свободы системы должны находиться в неравновесном состоянии. На части из них устанавливается некоторое равновесие.

Зарождение информации начинается с возбуждения неустойчивости некоторым фактом, ее роста, нелинейной стабилизации и, как следствие, – появления собственно макроскопического изменения состояния объекта.

Простейшей моделью устройства, создающего новую информацию, является обычная рулетка. В ней присутствуют все признаки свойств, необходимых для устройства, генерирующего информацию. Уравнение информационной динамической системы имеет следующий вид [320]:

$$\frac{du_i}{dt} = \frac{u_i}{\tau} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n b_{ij} u_i u_j - a_i u_i^2 + D \Delta u_i,$$

где  $a_i < b_{ij}$ ,  $u_i$  – концентрация элементов  $i$ -го типа, т. е. в каждом элементе уже сделан выбор одного из вариантов.  $(1/\tau)u_i$  описывает автокаталитическое воспроизводство,  $b_{ij}u_i u_j$  – описывает взаимодействие элементов (знак минус, т. к. взаимодействие носит антагонистический (конкурентный) характер),  $a_i u_i^2$  – описывает эффект тесноты (гибель при встрече двух одинаковых элементов, этот член становится существенным при большой концентрации одинаковых элементов),  $D$  – коэффициент миграции через границу.

## 1. 2. Эволюция стилей мышления [54]

Предметное и методологическое единство познания природы и общества, определяется предметным единством мира. Из этого же

следует принципиальное единство логической структуры естественных и общественных наук.

Но Природа достаточно сложна для того, чтобы ее можно было бы изучать всю сразу. Поэтому ее познание осуществляется системой наук, каждая из которых занимается лишь одной стороной единого целого. Но изучается-то единая Природа. А это значит, что наряду с тенденциями дифференциации наук (анализа знания) должен идти процесс и их интеграции (синтез).

Один из путей интеграции знания лежит через общий математический аппарат, скелет применяющих его теорий. Другой – через некоторые общности стиля мышления и методологических принципов построения нового знания.

Теоретическое мышление каждой эпохи несет свои специфические черты, так как логические принципы его построения являются отражением характера материального бытия и процесса познания своего времени. На каждом историческом этапе научное познание использует определенную совокупность познавательных форм – фундаментальных категорий и понятий, методов, принципов и схем объяснения, т. е. всего того, что объединяют понятием стиля мышления. Стиль мышления можно определить как совокупность познавательных форм – фундаментальных категорий, понятий, методов, принципов и схем объединения действительности. Каждый конкретный стиль научного мышления после своего создания открывает путь к экстенсивному развитию познания, к его распространению на новые сферы реальности.

Первый стиль мышления, называемый детерминизмом, возник на основе развития классической физики. Благодаря успехам последней, схема жесткой детерминации была в известной мере абсолютизирована. Философская концепция, выразившая это, получила название *Лапласовского*, или классического, детерминизма и длительное время выступала как обоснование экспансии механики в новые области исследований.

Некоторые считают, что детерминизм исключает вероятность. Но как раз приверженность Лапласа к детерминизму, как это ни парадоксально звучит, позволила ему получить фундаментальные достижения в области теории вероятностей и ее приложений. Более того, именно в работе «Опыт философии теории вероятностей» он развил принципы механического детерминизма.

Допустим, мы бросаем камни под углом к горизонту и наблюдаем, куда они упадут. Теоретически место падения камня однозначно определяется его начальной скоростью и направлением бросания. Однако реально скорость и направление могут быть заданы только приблизительно. В этом отношении всякое измерение имеет дело со случайным. Но если мы будем повышать точность измерения, то детерминированность системы увеличивается. Исходя из этого, Лаплас отмечал, что случайность всегда является только следствием нашего незнания.

Например, в результате использования приблизительных измерений. Если, как говорил Лаплас, траектория каждого атома мира так же детерминирована, как и траектории небесных тел, то это означает, что помыслить альтернативную траекторию некоторого тела можно только всю целиком.

Вот как он формулировал идею детерминизма: «Ум, которому были бы известны для какого-либо данного момента все силы, одушевляющие природу, и относительное положение всех ее составных частей, если бы он вдобавок оказался достаточно обширным, чтобы подчинить эти данные анализу, обнял бы в одной формуле движения величайших тел вселенной наравне с движениями легчайших атомов: не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверно, и будущее, так же как и прошедшее, предстало бы перед его взором... Все усилия духа в поисках истины постоянно стремятся приблизить его к разуму, о котором мы только что упоминали, но от которого он останется всегда бесконечно далеким» [166, с. 9].

Появление опытного естествознания не могло не оказать влияния на развитие представлений об обществе. Более того, в период между 16 и 18 веками появилось стремление к непосредственному выведению социальных законов из законов механики. Это было связано с представлением о том, что должен существовать единый универсальный закон, охватывающий всю совокупность явлений природы и общества, и, соответственно, о возможности создания единой, строго дедуктивной, универсальной науки, в которой слились бы все существовавшие области знания.

Следствием применения в науке методов детерминизма и причинности стало введение в 17 – 18 веках в гносеологию (теорию познания) теории факторов, которая при социологических исследованиях пыталась объяснить изменение состояний общества воздействием ряда «равноправных» факторов: экономики, религии, морали, техники, культуры и т. д., определяющих изменение этих состояний, и потому по необходимости абсолютизируемых (т. е. происходила абсолютизация причинности). Однако всякий раз эти попытки приводили к ситуации, в которой явление, используемое в качестве фактора, прежде чем стать причиной – было следствием.

Строго говоря, теории факторов никогда не было. Не было теории, которая должна была бы содержать типологию факторов, принципы их выделения и т. д.

В рамках детерминизма возникла и такая наука как социология. В 1839 году вышел третий том работы О. Конта «Курс позитивной философии» [144], где он впервые использовал термин «социология» и выдвинул задачу изучения общества на научной основе, на основе специализации и кооперации общественных наук и развития эмпири-

ческих социальных исследований. Он в продолжение идей своего учителя Сен-Симона считал, что науку о человеке следует перевести из «лишь гадательной науки» в «науку, основанную на наблюдении».

Возникнув на стыке ряда общественных наук, социология сохраняет тесные связи с ними, не забывая также укреплять свои связи с естественными науками.

В конце 18 – начале 19 века промышленность достигла стадии крупного машинного производства. Произошел технический переворот, связанный с изобретением и применением тепловых машин. Энергетической базой промышленности становится паровой двигатель. В связи с этим преимущественное развитие механики перестает удовлетворять потребностям производства. На первый план выдвигаются разделы физики, изучающие взаимопревращение и взаимосвязь различных форм движения: термодинамика (теплота и механическое движение – работы С. Карно), электрофизика (работы В. В. Петрова, Дэви, Фарадея и др.), и химия (развитие химической атомистики – в работах Дальтона, Берцелиуса и др.).

Развитие новых разделов физики показало, что обходиться одной лишь жесткой детерминацией уже недостаточно. Особо это стало проявляться при соприкосновении науки с более сложными и развитыми явлениями, чем объекты исследования классической физики, прежде всего – при анализе биологических и социальных явлений. Критика концепции жесткой детерминации в естествознании усиливалась по мере проникновения в него идей диалектики и приобрела конструктивный характер на базе развития вероятностных методов исследования; именно через их посредство естествознание овладело новым классом закономерностей – статистическими закономерностями.

Идея вероятности приобрела огромное значение в физике 20 века, прежде всего, в физике микропроцессов, физике атома и элементарных частиц. Закономерности микропроцессов наиболее полно выражены в квантовой теории, которая является принципиально статистической, т. е. существенным образом включает в себя идею вероятности. Если в классической физике вероятность иногда еще трактовалась как второстепенный, инородный элемент структуры физической теории, нарушающий ее внутреннюю красоту и совершенство, то в современной физике вероятность с самого начала рассматривается как одно из важнейших оснований этой структуры.

Однако, несмотря на величайшую силу и глубину воздействия вероятностно-статистического образа мышления на развитие современной науки, он не был должным образом ассимилирован современным мировоззрением. Во многом это обусловлено тем, что на трактовку вероятности и статистические закономерности нередко чрезмерное влияние оказывают соображения, навеянные концепцией жесткой детерминации, в частности классической механикой. То есть идея о том,

что вероятностный метод приходится использовать из-за того, что нам не известны все связи.

Теория вероятностей, являющаяся методологической базой раскрытия статистических закономерностей, изучает, как известно, закономерности массовых случайных явлений. Ее центральным понятием является понятие распределения вероятностей (для полного описания распределения вероятностей используются плотности вероятности или функции распределения). Наличие распределения вероятностей означает, что, несмотря на изменение значений некоторых характеристик от явления к явлению, относительное число элементов с определенным значением этих характеристик довольно устойчиво. Оно выражает внутреннюю упорядоченность в соответствующем массовом явлении. Наиболее глубокий смысл и значение функций распределения обнаруживались по мере того, как они становились предметом самостоятельного исследования. В связи с этим были выдвинуты представления о видах (типах) распределений и поставлен вопрос об основаниях этой типологии. Распределения вероятностей, встречающиеся в большинстве конкретных задач теории вероятностей и математической статистики, весьма немногочисленны. Таковы, например, нормальное распределение (распределение Гаусса), распределение Пуассона и др.

Те закономерности, которые формулируются непосредственно на языке распределений вероятности, называются статистическими.

Поэтому Н. Винер кратко определял статистику как науку о распределении [59].

Вот как видели еще недавно причину появления статистических законов. С помощью динамических законов обычно формулируются каузальные (причинные) связи явлений. Рассматривая одно явление как причину другого, мы вырываем их из всеобщей связи, изолируем друг от друга, и тем самым значительно упрощаем и идеализируем действительность. Подобную идеализацию легче осуществить в механике, астрономии, классической физике, которые имеют дело с точно известными силами и законами движения тел под их воздействием. В более сложных ситуациях приходится учитывать воздействие множества случайных факторов и обращаться к статистическим законам.

Статистические законы, хотя и не дают однозначных и достоверных предсказаний, тем не менее, являются единственно возможными при исследовании массовых явлений случайного характера.

За совокупным действием различных факторов случайного характера, которые практически невозможно охватить, статистические законы вскрывают нечто устойчивое, необходимое, повторяющееся. Статистические законы служат подтверждением диалектики превращения случайного в необходимое. Динамические законы оказываются предельным случаем статистических, когда вероятность становится практически достоверностью.

В социальной области статистические закономерности действуют как законы массовых явлений, возникая на базе «закона больших чисел»: при очень большом числе случайных явлений средний их результат практически перестает быть случайным и может быть предсказан с большой степенью определенности. Случайные отклонения от среднего, неизвестные в каждом отдельном явлении, в массе взаимно компенсируют друг друга.

В первой половине 20 века появилось понимание того, что динамические и статистические закономерности, по меньшей мере, равноправны.

По мере усложнения производственно-технических процессов, роста взаимодействия множества людей, участвующих в хозяйственной, политической и военной деятельности, вовлечения в нее большого количества материальных средств и энергетических ресурсов все чаще стало давать себя знать противоречие между потребностями улучшения управления, которое должно было становиться все более оперативным, основанным на достаточной и своевременно поступающей информации, и реальными возможностями такого улучшения. Потребность в новой науке реализовалась в 40-х годах 20 века. Именно тогда появилась новая наука кибернетика, которая попыталась применить точный научный анализ к решению проблемы целесообразного использования современных технических средств для повышения качества управления.

Сложность решения этой проблемы, не в последнюю очередь, была связана с тем, что управляемые системы многокомпонентные. То есть не совсем ясно, насколько допустимо применение к их описанию динамических закономерностей. А если использовать статистические закономерности, то как пользоваться полученными результатами?

Под кибернетикой понимается наука об общих принципах управления в сложных динамических системах, о средствах управления и об использовании их в технике, в человеческом обществе и в живых организмах. А также наука о способах восприятия, передачи, хранения, переработки и использования информации в машинах, живых организмах и их объединениях.

Основоположителем кибернетики по праву считается американский математик Н. Винер [59–60].

Суть кибернетики – подобие процессов управления и связи в машинах, живых организмах и обществе. Появление книги Винера вызвало большой энтузиазм, потому что там была представлена программа создания некоторой междисциплинарной науки, позволяющей с единых позиций описать процессы, протекающие на разных структурных уровнях материи.

Появление подобной науки было вызвано требованиями времени. Но объект исследования оказался настолько сложен, что можно говорить лишь о догадках, как эти сложности можно решать. Поэтому сейчас

мы можем говорить об употреблении этого термина, по крайней мере, в трех смыслах: как лозунг, как наука и как стиль мышления.

Благодаря кибернетике, наряду с наблюдением и экспериментом, был разработан новый метод исследования – *моделирование*. На «одинаковости», то есть совпадении математических выражений, описывающих качественно различные процессы, обладающие общими закономерностями, базируется понятие о подобных (аналогичных) явлениях в природе, лежащее в основе теории подобия. Последняя служит основой метода аналогий и экспериментального метода моделирования, широко применяемых в кибернетике.

Были сформулированы понятия цели, эффективности действия при анализе работы сложных систем. Дано представление о мире, основанное на роли *связи, управления, информации, организованности, обратной связи, целесообразности, стохастичности* и т. д. Моделирование на ЭВМ дало возможность выявлять внутренний состав систем.

Идеи кибернетики имели значение для социальных исследований, так как она давала новое представление об обществе как организованном целом.

И, наконец, кибернетика, исследуя простые системы, на основе этого анализа позволяет выдвигать гипотезы о функционировании сложных систем. Но так только считалось. На самом деле возможности кибернетики в этом направлении оказались очень ограниченными.

Кибернетика, как наука, состоит из ряда самостоятельных направлений. Например, теория систем, информатика, бионика, теория алгоритмов, теория автоматов, исследование операций, теория оптимального управления, теория распознавания образов и т. д.

Особенность возникновения этого направления, в отличие от введения динамических и статистических закономерностей, которые были изучены до того, как сформировались соответствующие стили мышления и лозунги, в том, что развитие кибернетики началось с формирования лозунга, затем стили мышления, а до создания науки в полном объеме, по сути дела, и не дошло. А правомерность существования кибернетики как науки следовала из универсальности процессов управления, создание единой теории которых являлось ее главной целью. Ее задачей считалась выработка рекомендаций по наилучшим приемам и методам управления для быстрого достижения поставленной цели.

Дальнейшее развитие естествознания, необходимость работы со сложными системами, вынудило вырабатывать новые стили мышления для общего подхода к этим системам. И на самом деле следующим стилем мышления стал вовсе не кибернетический, как могло бы показаться. Это было лишь началом формирования нового стили мышления, который сегодня называют нелинейным или синергетическим.

В 1978 году издательство «Шпрингер» выпустило книгу профессора Штутгартского университета, ставшего в последствии директором

Института теоретической физики и синергетики, Германа Хакена «Синергетика» [313], в которой говорилось о подобии процессов самоорганизации, протекающих в физике, химии, биологии. И, так же как «Кибернетика», это была программная книга, причем, опять речь в ней шла о создании некоего единого подхода. И если кибернетику можно было назвать наукой об организации, то синергетику – о самоорганизации.

Название синергетика происходит от греческого – *synergetikos* – совместный, согласованно действующий. Научное направление, понимаемое под этим термином, изучает связи между элементами разных структур, которые образуются в открытых системах разной природы благодаря интенсивному (потокковому) обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях.

Справедливости ради следует сказать, что годом раньше вышла книга Г. Николаса и И. Пригожина «Самоорганизация в неравновесных системах» [203]. А в 1978 году в Брюсселе состоялся очередной Сольвеевский конгресс, целиком посвященный проблеме: «Порядок и флуктуации в равновесной и неравновесной статистической механике». Но именно Хакен показал универсальность кооперативных эффектов в процессе самоорганизации и, что не маловажно, дал название этому явлению. Поэтому именно его название было присвоено всему новому направлению, отдельные детали которого появились существенно раньше 1977 – 1978 года. Хотя можно присоединиться к словам Г. Хакена: «Для науки безразлично, будет ли она называться «Синергетикой». Важно, что она существует» [343, p. 16].

Появление синергетики показало, что кибернетика оказалась совсем не той наукой, на место которой она претендовала.

Системы, составляющие предмет изучения синергетики, могут быть самой различной природы и как таковые изучаться различными науками. Например, физикой, химией, биологией, математикой, нейрофизиологией, экономикой, социологией, лингвистикой и т. д. При существующей дифференциации науки достижения одной науки зачастую становятся недоступными вниманию и тем более пониманию представителей других наук.

Отрешаясь от специфической природы систем, синергетика стремится описывать их эволюцию на некотором междисциплинарном языке. При этом обнаружение единства закономерностей позволяет синергетике делать достояние одной области науки доступным пониманию представителей совсем другой и переносить результаты одной науки в область другой. Она играет роль катализатора для попыток установить связи между представителями разных наук.

Синергетика – это не отдельная наука, а скорее термин, говорящий об общности интересов и математических методов исследования родственных нелинейных явлений в разных областях науки. Она на многих

примерах показала единство основных понятий теории самоорганизации: *нелинейность, сложность, принцип подчинения, параметры порядка, открытость системы, неравновесность, диссипативные структуры, неравновесные фазовые переходы, когерентность, бифуркация, аттрактор, странные аттракторы, солитоны, хаос, порядок и их взаимопревращение, фракталы, становление, холизм, телеология* и ряд других. Общими оказались и описание эволюционных явлений, путей, ведущих к самоорганизации, в самых различных областях. Сами же эти области выступают как сферы применения науки. Это и есть главное обоснование правомерности ее существования.

Синергетика, как наука, являясь преемницей и продолжательницей многих разделов точного естествознания, по своим теоретическим методам является математической наукой.

Она состоит из теории диссипативных структур (И. Пригожин и Г. Хакен); теории автоколебаний и автоволновых процессов (Л. И. Мандельштам, А. А. Андронов, Р. В. Хохлов, А. М. Жаботинский); теории «странных аттракторов» и фракталов (Е. Н. Лоренц, Б. Мандельброт); теории катастроф (Р. Том), базирующейся на теории особенностей гладких отображений Уитни; теории бифуркаций динамических систем (А. Пуанкаре, А. А. Андронов); теории солитонов (Дж. Рассел, Н. Забуски, М. Крускал); теории стохастизации динамических систем (А. Н. Колмогоров), качественной теории дифференциальных уравнений (А. Пуанкаре). Все это можно назвать *топологической теорией нелинейных динамических систем* (ТНДС).

Синергетика – это наука, дающая единый принцип описания процессов самоорганизации и процесса разрушения динамических систем и перехода к хаотическому состоянию под действием детерминированных сил. Иначе говоря, к переходу от структур к хаосу. Таким образом, именно в рамках синергетики было показано, как динамические закономерности переходят в стохастические. Т. е. она выявляет границы применимости динамических законов и показывает, когда надо применять методы статистики для описания поведения системы. И обратно. Таким образом, в рамках синергетики объединились динамические и статистические закономерности. Это обстоятельство и позволяет утверждать, что *именно синергетика имеет право претендовать на новый стиль мышления.*

### 1.3. Особенность объектов общественных наук с точки зрения математики

Всегда считалось, что чем больше объем применения математики в той или иной науке, тем более она развита. Главным препятствием к применению математики считается, и вполне справедливо, – неразви-

тость процедуры квантификации в той или иной области знания. Говоря другими словами, как правило, не ясно, что и как мерить. Но это не единственное препятствие. Если мы даже знаем, что и как мерить, то возникает вопрос: какие типы закономерностей справедливы в данной области знания. И если, например, верны статистические, то не есть ли это следствие того, что мы чего-то не знаем?

Давайте возьмем физику – наиболее развитую с точки зрения применения математики науку. (Причина этого – простота объектов ее изучения.) Чтобы применять в ней математику, сначала заменяют реальные объекты их идеальными аналогами. Например, вводят некоторые идеальные, модельные объекты: материальную точку, идеальный газ, абсолютно твердое тело и т. д.

Кроме того, обнаруживаемые закономерности носят очень ограниченный характер. Например, существует, по меньшей мере, три механики – классическая, релятивистская и квантовая. И нельзя все задачи решать с помощью только одной из них. В этом случае будет невозможно решать целый класс практически важных задач из-за избыточной и не нужной сложности.

Помимо этого, математическое описание всегда ограничено и требует определенного разъяснения после получения решения. Например, оно совпадает с реальностью лишь с определенной точностью, так как математическая модель есть всегда некоторая идеализация.

И такие проблемы возникают при изучении достаточно простых объектов! А что же будет происходить при исследовании поведения сложных объектов, которые изучаются общественными науками? При попытке дать их математическое описание возникают дополнительные трудности. В чем же особенность применения математики в общественных науках? Для этого сначала опишем некоторые свойства объектов их изучения.

Во-первых, мы имеем дело с *дискретными системами*. Иногда это упрощает работу с такими объектами, так как позволяет применять ЭВМ, которая всегда оперирует с дискретными данными.

Во-вторых, объекты общественных наук существуют в ограниченных пространственных и временных интервалах. Это накладывает ограничения на применимость используемых для их анализа простых моделей. Допустим, для описания процессов, ограниченных во времени, используется суперпозиция синусов и косинусов, которые, в свою очередь, определены в интервале от минус до плюс бесконечности. При долгосрочных прогнозах это может стать источником неверных результатов, хотя ограниченная точность измерений не позволяет иногда заметить эту особенность.

В-третьих, следует иметь в виду, что стационарное *устойчивое* существование этих объектов требует *постоянного потока вещества и энергии*. Если же этого не будет, то становится невозможным существование

самого объекта, что существенно отличает их от объектов неживой природы. Т. е. устойчивые образования, изучаемые общественными науками, всегда находятся в неравновесных условиях.

В-четвертых, объекты общественных наук всегда эволюционируют в условиях ограниченных *ресурсов*. А это значит, что уравнения, описывающие их поведение, являются принципиально нелинейными. Это имеет целый ряд последствий. Например, попытки прогноза и попытки восстановления их эволюции приводят к неоднозначности в силу основного свойства нелинейных систем – их неустойчивости. Ясно, например, что невозможно сколь угодно долго наблюдать конус, стоящий на острие, хотя решение, соответствующее такому состоянию, существует. В связи с этим можно сформулировать следующее положение: решения любой динамической задачи реализуются в действительности, только если они устойчивы. А это значит, что механический процесс может стать необратимым во времени, если он сам или обратный ему процесс неустойчивы.

При достижении динамической системой состояния неустойчивости большое значение приобретают внешние воздействия, так как абсолютно изолированных систем в природе не бывает. Если система сильно неустойчива, отклик ее на сколь угодно малое воздействие с течением времени становится значительным. При этом реальная фазовая траектория будет радикально отличаться от расчетной, потому что ни величину, ни направление исчезающе малых возмущений нельзя ни предсказать, ни измерить.

В неустойчивых системах меняется представление о причине явления. В динамических системах причина и следствие считаются явлениями одного порядка. В неустойчивых системах причина – не начальные возмущения, а сама неустойчивость системы.

Неустойчивость – причина того, что в динамической системе является вероятность. Исходящие малые возмущения, как правило, не поддаются динамическому анализу; ни величину их, ни направление нельзя ни предсказать, ни измерить. Система из динамических переходит в класс вероятностных.

Самоорганизация социальных систем во времени и в пространстве включает такие процессы, как увеличение и усложнение элементов, составляющих рассматриваемую систему, изменение режимов ее поведения и адаптация их к изменяющимся условиям их существования.

Процесс самоорганизации сопровождается нарушением (изменением) симметрии системы и увеличением количества используемой ценной информации. Последняя при этом может либо возникать заново, либо рецептироваться (приниматься) из какого-нибудь «хранилища» (например, других социальных систем).

Наиболее адекватным аппаратом для описания процессов самоорганизации является теория динамических систем. Действительно, в

этой теории естественно возникает иерархия параметров (в частности, характерных времен процессов), усложнение симметрии за счет бифуркаций, усложнение и увеличение числа стационарных состояний (т. е. режимов функционирования), возможность увеличения информации, запасаемой в системе.

Динамика социальных систем может идти как в условиях полного перемешивания, когда пространственные эффекты не проявляются, так и с изменением пространственной структуры системы, когда сказываются ограничения, накладываемые явлениями переноса. В первом случае достаточно использовать точечные модели, во втором – необходимы распределенные. Поэтому приходится рассматривать эти процессы раздельно, в силу разности математического подхода. Но при этом следует помнить, что в природе они тесно переплетаются в пространстве и времени.

С помощью точечных моделей можно описать процессы выбора или отбора исходной информации, например, возникновения информации, представляющей социальную ценность. Это модели дифференциации общества, например, усложнения и увеличения числа возможных режимов его функционирования. Модели регуляции социальных циклов – развитие государства как взаимодействие различных социальных групп одинакового уровня, а также примыкающие к ним модели социальной защиты, например, адаптации социальных структур к изменяющимся условиям. Во всех этих случаях пространственные эффекты существенной роли не играют.

Поведение точечной автономной модели в большинстве случаев описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n),$$

где  $F_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – нелинейные функции. В общем случае задачу достаточно решить лишь приближенно и этого вполне хватает для качественной картины процесса.

В простейших случаях качественное построение фазового портрета в принципе возможно, если определены особые точки, предельные циклы и сепаратрисы.

Эволюция системы во времени описывается точками на траектории в фазовом пространстве. Особые точки – это те точки, в которых все  $F_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  одновременно принимают нулевое значение. В них может пересекаться несколько и даже бесконечно много интегральных кривых. По-другому, это точки положения равновесия.

Если система не меняет своего поведения при малых деформациях особых точек, качественные выводы являются общими и остаются справедливыми, даже если параметры модели определены не точно

или варьируются от случая к случаю. Это свойство называется «грубостью системы», по терминологии академика А. А. Андропова.

В результате эволюции возможны два сценария развития системы – отбор или выбор одного варианта из нескольких возможных.

Под термином «отбор» понимается выживание «наилучшего» (наиболее приспособленного).

Если исходная система мультистационарна и имеет соизмеримые по объему области притяжения, отделенные друг от друга сепаратрисами, то «выбор» – это случайный процесс, в результате которого реализуется одно из возможных состояний в той или иной области притяжения. При этом выживают далеко не самые лучшие. Реализация ситуации «выбора» есть пример возникновения информации.

Непосредственной причиной перехода к очередному этапу является истощение запасов, общих для предыдущего этапа, и выбор новых ресурсов. Но при этом должны срабатывать некие «бюрократические» механизмы, препятствующие (затрудняющие) переключение и тем самым предохраняющие структуру от поспешных «решений».

Для социальных систем интересна задача перевода их из одного устойчивого состояния в другое. Это можно сделать двумя способами. Первый, называемый силовым, заключается в том, что на систему действуют так, чтобы перевести изображающую точку (точка на эволюционной кривой в фазовом пространстве) через сепаратрису, и тем самым выводят ее из одного устойчивого состояния и переводят в другое. Этот способ назван так потому, что он соответствует изменению динамической переменной под действием внешнего импульса (силового воздействия). Второй способ называется параметрическим. Его суть в том, что перевод из одного состояния в другое можно осуществить за счет изменения параметра. Это приводит к тому, что фазовый портрет системы изменяется так, что система сама начинает движение в сторону нового состояния, и когда она пройдет достаточное расстояние, фазовый портрет восстанавливают. Время перехода в этом случае должно быть достаточным для перехода системы в новое состояние, и оно больше, чем в случае силового переключения. Но параметрическое переключение энергетически более выгодно, чем силовое.

Развитие социальных систем состоит из этапов бурного развития, зарождения новой формы, сменяющихся плавными стадиями, в течение которых эта форма закрепляется и совершенствуется. Перед началом дифференциации существенно повышается варибельность этих систем.

Может показаться, что из всего выше сказанного следует неприменимость математики в общественных науках, или, по крайней мере, бессмысленность ее применения в большинстве случаев. Но это не так.

На протяжении всей истории человечества люди пытались свести сложные явления к более простым, найти минимальное количество «первокирпичиков», из которых можно было бы построить все остальное.

Попытки найти первоосновы природы привели к пониманию того, *что мир строится не из неких общих первичных элементов (таковых нет), а строится по единым принципам (единым сценариям)*. То есть единство мира заключается не в том, что он построен из одних и тех же первоэлементов, а в том, что он построен по единому сценарию. А это, в свою очередь, значит, что важен, на самом деле, не конкретный вид уравнения, а типы решений, которые могут в нем содержаться. Их определенная типология. То есть, важна классификация решений.

Главный из принципов исследования социальных систем – построение и исследование простейших, или базовых, моделей, описывающих суть явления и позволяющих получить достаточно общие качественные результаты. Это есть следствие «общности сценариев развития», заложенных в построении самих сложных систем разной природы. Следует строить системы максимально простыми для целей наилучшего управления ими при условии выполнения заданной для данной системы функции.

Упрощение системы идет по линии эффективной редукции (упрощения) исходной системы, уменьшения числа уравнений и числа динамических переменных.

Методы редукции – это сведение системы, содержащей большое число дифференциальных уравнений (и, следовательно, переменных) к более простой системе из меньшего числа уравнений. Редуцированную систему уравнений называют базовой. От нее требуется, во-первых, *чтобы она описывала основные черты рассматриваемого явления*, во-вторых, *чтобы она содержала минимальное число переменных и параметров*, и в-третьих, *чтобы она была «грубой» в смысле Андрюнова*. Последнее означает, что при малом изменении параметров и слабом расширении базовой системы (то есть добавлении высших производных и/или новых членов с малыми коэффициентами), решения должны меняться мало.

Теоретической основой процедуры редукции является теорема А. Н. Тихонова [296]. Редукция основана на временной иерархии. В процессах самоорганизации в живой природе временная организация наблюдается практически всегда. Тому есть причины. Дело в том, что задачи моделирования и самоуправления во многом сходны, и временная иерархия необходима и для того, и для другого.

Отсюда следует, на первый взгляд, парадоксальный вывод: построение математических моделей живых самоорганизующихся систем – задача более простая, чем моделирование процессов в неживой природе. Возможно, именно с этим связаны успехи синергетики в биологии, экологии и социальных науках.

При этом точные расчеты оказываются, зачастую, бессмысленны, в силу свойства нелинейных систем переходить в неустойчивый режим. Иначе говоря, из-за возникновения режима стохастизации. Чтобы отслеживать нужную траекторию развития в этом хаосе, нужно задавать

с огромной точностью начальные условия и отслеживать параметры системы. А очень часто точность измерения имеет вполне конкретные ограничения, преодолеть которые невозможно.

В силу дискретности объектов общественных наук обеспечить точность выше некоторой предельной не удастся. А контроль параметров эволюции с высокой точностью приведет к тому, что сам этот контроль будет способствовать изменению изучаемой системы. То есть точные измерения переводят исходную систему совсем в другое состояние, отличное от исходного. Не говоря уже об огромных энергетических затратах для таких измерений. А для описания этой новой, измененной, системы возникнут все те же проблемы, что и в начальном случае.

Все это накладывает определенную специфику на применение математики в общественных науках. Но вовсе не нужно копировать путь применения математики, например, в физике. Более того, для социальных систем более продуктивным является опыт применения математики в биологии.

#### 1.4. Что можно почерпнуть из методологии физики

Но кое-что полезное можно почерпнуть и в методологии физики. В классической физике считалось, что измерения могут дать объективное представление об измеряемой системе. Но в квантовой физике было показано, что процедура измерения переводит измеряемую систему совсем в другое состояние по сравнению с тем, какое она занимала до измерения. С той же проблемой мы встречаемся при измерениях в социальных системах. Например, в экономике. Человек не просто покупает и продает, он еще старается прогнозировать эту ситуацию и поступает в соответствие не с реальным положением, а с прогнозируемым. Причем у покупателя и продавца прогнозы могут идти в разные стороны. А это приводит не к равновесию, а, наоборот, к уходу от него.

Реклама, маркетинг, упаковка и многое другое направлено не на удовлетворение имеющихся у людей потребностей, а на активное формирование вкусов и предпочтений людей, на однозначное определение их выбора. Потерявшие четкие ориентиры, неуверенные в своих убеждениях, люди все больше полагаются на деньги как критерий ценности. «Чем товар дороже, тем он лучше...» Ценность произведения искусства определяется ценой, которую за него можно получить. Люди заслуживают уважения и восхищения, потому что они богаты. Общество теряет свои ориентиры.

Физика показала, что элементарные частицы по «поведению» можно разбить на два типа, которые называются фермионами и бозонами. Основная разница между ними заключается в том, что фермион не терпит, чтобы другая частица находилась в том же состоянии, что и

он. А вот бозоны «любят» большие компании. Они, наоборот, стремятся к одинаковому состоянию.

Так вот человек по своей сути – фермион, а по поведению – бозон. Нет для него большего оскорбления, чем сказать, что он точная копия такого-то. А вот то, что он бозон по поведению, можно наблюдать, например, на не регулируемом пешеходном переходе через дорогу. Все стоят, мнутя, не знают, успеют перебежать или нет. И вдруг бабушка смело пошла вперед. Не потому, что она что-то решила. Просто она слепая. И вот все дружно ринулись за ней. Это надо иметь всегда в виду. Человек противится унификации, навязанной «впрямую», но легко поддается унификации, навязываемой «косвенно», на уровне «мыслей». Например, моде.

В поведении реальных объектов можно обнаружить одну интересную закономерность. Когда мы стараемся получить как можно больше информации о нем, то оказывается, что, уточняя какой-нибудь один параметр, мы теряем часть информации о другом. Это касается не только физических параметров процесса или объекта, называемых дополнительными, но и социальных параметров. Что это значит? А то, что если мы хотим сконструировать некоторый процесс и при этом берем из разных систем лучшее, то ничего у нас не получится. Потому что каждый хороший элемент тянет за собой нечто отрицательное. Например, увлекаясь защитой прав человека, мы получаем разгул преступности.

Есть способ обнаружить такие пары параметров, улучшать которые одновременно до высоких пределов нельзя. Если в результате разной последовательности действий этих параметров в обществе получаются разные результаты, то они являются дополнительными.

Сильной стороной естественных наук является возможность выделить из огромного множества явлений и процессов лишь небольшой их круг, точно поставить вопрос и, пользуясь рядом процедур, получить конкретный ответ. При моделировании социальных систем способ выделения части из целого сейчас является гораздо менее очевидным, чем в физике, химии и биологии. Однако выделение ведущих переменных (параметров порядка) и построение на их основе системы моделей в принципе возможно.

Это важно, так как, очень часто, если увлекаются достижением ненужной точности, не хватает сил на исследование динамики самого процесса.

В заключение опишем некоторый методологический принцип, которому мы предлагаем дать название «принцип Кулона».

Приступая к своим работам по электричеству, Шарль Огюстен Кулон был уже признанным авторитетом в теории упругости. Благодаря этому он сумел создать уникальный прибор – крутильные весы для своих исследований по взаимодействию электрических зарядов. Понятно, что он создал достаточно точный прибор. Известно, что ряд его последователей, сделав менее точные приборы, не получили той зако-

номерности во взаимодействии электрических зарядов, которую получил Кулон.

Но есть и вторая сторона изобретения Кулона. Его прибор был достаточно грубым. Благодаря этому большое количество дополнительных закономерностей не смогли закрыть основную. Мы не знаем, случайно это получилось или так и было задумано изначально. Но, как бы то ни было, это оказалось весьма продуктивно.

Итак, смысл принципа Кулона заключается в том, что, стремясь обнаружить ту или иную закономерность, следует иметь достаточно высокую точность. Ее превышение может привести к тому, что искомая закономерность из-за маскирующих ее «шумов» не будет обнаружена.

## 1. 5. Хронотроника

Мы предлагаем вернуться к временам О. Конта и попытаться осмыслить проблемы общественных наук на основе достижений современного естествознания, но с учетом специфики гуманитарного знания, специфики объекта исследования. Выше мы показали, что сегодня ведущим стилем мышления в естествознании является «нелинейный». То, что должно получиться после реализации указанной программы, – применение «нелинейного» подхода к общественным наукам – мы и предлагаем называть хронотроникой.

Хронотроника – это искусственное слово, которое можно перевести как «воссоздание, генерация времени». Этим названием мы хотели подчеркнуть, что при реконструкции процессов эволюции всегда присутствует определенная неоднозначность.

Под этим термином мы понимаем *междисциплинарную науку, изучающую эволюцию общества во времени и пространстве, как систему взаимовлияния человека и природы, с целью нахождения оптимальных путей развития в условиях ограниченных ресурсов, на основе выявления объективных закономерностей в природе и обществе.*

Предмет изучения хронотроники составляет то общее, что имеется в процессах эволюции в самых различных областях, независимо от их природы. Сами же эти области выступают как сферы ее применения.

Это является и причиной правомерности ее существования как науки, обусловленной универсальностью процессов эволюции, создание единой теории которых является ее главной задачей. Кроме того, есть общие принципы, управляющие возникновением в пространстве и времени самоорганизующихся структур и их разрушением.

Находясь на стыке естественных и гуманитарных наук, хронотроника использует комплекс теоретических и экспериментальных методов, развитых в этих науках, базируется на их достижениях и, в свою очередь, влияет на их развитие.

Задачей хронотрономики, помимо изучения эволюции сложных систем, является выработка рекомендаций по наилучшим приемам и методам воздействия на развивающиеся системы для быстрого достижения ими поставленной цели.

К числу дисциплин, составляющих теоретическую основу хронотрономики, относятся ряд разделов математики, теории информации, методы нелинейной физики, результаты работ в биологии и конкретных гуманитарных науках (психологии, социологии, истории, философии и т. д.). Кроме того, возникнув на базе обобщения и дальнейшего развития методов кибернетики и синергетики, она является их наследницей.

Хронотрономика основана на идеях о целостности мира и научного знания о нем, общности закономерностей развития объектов всех уровней организации материи в природе, обществе, духовном мире.

Хронотрономика обращает особое внимание на имманентный характер противоречий между обществом и природой, временная стабилизация отношений между которыми обеспечивается, прежде всего, балансом параметров культурного развития и систематически нарушается активностью самого общества. Говоря иначе, социальные конфликты – движущая сила развития. А культура является антиэнтропийным фактором.

Основными объектами исследования хронотрономики, как науки, являются процессы, протекающие в социальных структурах разной степени сложности. Ее задачи:

- поиск условий оптимального развития системы в условиях ограниченных ресурсов с точки зрения нелинейной динамики;
- выяснение условий применимости разных типов закономерностей;
- выявление значимых факторов в каждом социальном процессе (так как пространство существования социальной системы многопараметрическое, а значимыми в каждом процессе являются лишь некоторые факторы) и установление иерархии (приоритетов) между ними (демография, география, культура, религия, образование, наука, армия, экономика и т. д.);
- построение векторов в пространстве факторов;
- определение иерархии времен и структур в различных социальных процессах (разные социальные процессы протекают в разных временных интервалах, и более долгопериодные определяют характер протекания короткопериодных);
- выяснение условий появления локальной устойчивости, в общем, неустойчивой системы;
- предсказание, какие из привносимых извне идей полезны для данной социальной системы, а какие вредны;
- изучение потоков вещества и энергии, требующихся для создания структур, так как изменение этих потоков может радикально повлиять на существование самой системы.

Теоретической основой хронотрономики является математический аппарат нелинейной теории динамических систем, то, что мы назвали ТТНДС.

Кроме того, она использует конкретные данные биологии, географии, социологии, психологии, экономики, истории и целого ряда других наук.

Роль хронотрономики сводится не только к математике. Опробование решений задач ТТНДС на конкретных объектах и ситуациях общественных наук делает их наглядными и позволяет использовать накопленную определенную интуицию для решения этих задач.

Иначе говоря, хронотрономика – черпая идеи из ТТНДС – вносит в нее свой вклад в виде новых идей.

«Интернационализм» хронотрономики придает ей огромное значение. Изучая одну область, мы получаем интуицию и знание совсем в других областях. Например, опробование, обкатка, нелинейных задач на конкретных социальных проблемах делает наглядным используемые в ней математические методы и, с другой стороны, развивает «социальную» интуицию.

## 1. 6. Создание новой информации

Как мы говорили выше, возникновение информации – это запоминание случайного выбора. Но в обществоведении считается, что создание информации обычно связано с сознательной деятельностью. Правда, в искусстве считалось, что информация возникает в результате акта свободной воли. Как согласовать все эти взгляды? Если мы рассмотрим нечто, сотворенное человеком, то мы, конечно, отметим, что это якобы новое творение – простой результат перестройки чего-то, что уже ранее существовало, и притом перестройки, которая может подчиняться вполне определенным законам. Как можно узнать, что в том или ином случае действительно возникла хоть какая-то новая информация и что «новое» – не просто результат перестройки ранее существовавших образцов в соответствии с ранее существовавшими законами? Существует мнение, что задача творчества состоит в том, чтобы «сделать непредсказуемое неизбежным». То есть, если в работе действительно есть какой-то подлинно новый элемент, то предсказать его заранее, очевидно, совершенно невозможно, и здесь не помогут никакие имеющиеся данные. А если работа удалась, то этот непредсказуемый элемент должен стать совершенно неизбежным и приобретает силу закона. Аналогом этой ситуации будет набор комбинации цифр на ячейке автоматической камеры хранения. Способ выбора этой комбинации не может быть очевиден, иначе он бы не был секретным и не смог бы выполнить функцию ключа. Но когда мы эту комбинацию выбрали, без нее уже обойтись нельзя. Просто ячейка не откроется.

В принципе, существуют различия в создании новой информации в результате случайного выбора и в результате акта свободной воли. Конечно, оба этих способа ведут к непредсказуемым результатам. Но, если наш выбор определяется актом свободной воли, мы руководствуемся какими-то рациональными соображениями, что подразумевает использование полезных сведений, извлеченных из предыдущего опыта. Если же мы имеем дело с процессом типа случайного выбора, например, выпадением некоего числа на рулетке, то на такое событие никак не могут повлиять предыдущие выпадения чисел.

Можно создать автомат, моделирующий процесс создания информации в результате акта свободной воли. Его задача – выдавать некоторый выходной сигнал в ответ на ряд входных сигналов. Например: «Если вы видите зеленый свет – идите, если видите красный – остановитесь». Входные сигналы могут быть более сложные. Например, нет светофора – и мы принимаем решение на основе «прошлого» опыта. Возможна ситуация, когда анализ входных данных позволяет создать несколько выходных сигналов, имеющих одинаковую эффективность. Для таких случаев мы поместим в наше устройство генератор случайных чисел, с помощью которого и будет выбираться один из нескольких близких по эффективности выходных сигналов.

Наличие случайного элемента превращает этот автомат в информационную систему. Так как в результате он оказывается способным к действиям, которые действительно нельзя предсказать. Разумеется, число возможностей не безгранично. Если отправная точка, программа поиска и среда заданы, то, очевидно, нетрудно установить, в каком месте процедуры поиска появится первое случайное решение, и каковы будут его возможные последствия. В этом месте процедуры поиска произойдет разветвление, после которого идут предсказуемые действия до следующего разветвления.

Такой автомат, безусловно, способен к непредсказуемым действиям. Если интересующая нас ситуация настолько проста, что известна вся совокупность возможных результатов, то область непредсказуемости ограничена и о ней можно не заботиться. Однако, если ситуация такова, что совокупность всех возможных стратегий либо бесконечна, либо слишком велика, чтобы можно было исследовать каждую из них (как, например, при игре в шахматы), то автомат может дать нечто совершенно неожиданное. Кроме того, он учится на своем опыте и разумно использует свои прошлые непредсказуемые действия. Выбирая некую правильную стратегию, автомат создает информацию. Выполняя это способами, которые нельзя предсказать, он делает то, что представляется неотличимым от создания информации в результате акта свободной воли.

Автоматы, делающие непредсказуемые выводы из опыта и создающие (при помощи средств, которые даже не должны быть очень

сложными) нечто родственное наиболее благородному проявлению сознания человека – созданию новой информации. Из нее следует возможность создания новой информации способом, весьма близким к тому, которым пользуется сознание человека, и в то же время с использованием одних лишь чисто физических средств, без привлечения каких-либо виталистических принципов. Иными словами, это лишает процесс создания новой информации того характера исключительности, которым его обычно наделяют.

## 1. 7. Соотношение между информацией и энтропией

Из-за схожести формулы Шеннона для информации и формулы Больцмана для энтропии очень часто можно слышать, что энтропия есть недостающая информация о состоянии системы и информация есть недостающая энтропия, т. е. разность между максимальной энтропией, которой обладала бы система без информации, и реальной энтропией, которую система имеет, обладая полученной информацией. В этой связи используется термин негэнтропия, который считается тождественным информации. Так ли это?

Количеством информации называют величину  $I = \log_2(N)$ , где  $N$  – полное число возможных вариантов.

Выбор того или иного варианта может осуществляться двумя различными способами: либо в результате действия сторонних сил – в этом случае говорят о рецепции информации от другой (сторонней) системы, либо спонтанно, в результате неустойчивого поведения самой системы, – в этом случае имеет место рождение (возникновение) новой информации. В любом случае система должна обладать способностью хранить или, что то же самое, запоминать информацию, а это значит, что она должна быть мультистационарной.

Число устойчивых стационарных состояний  $N$  определяет информационную емкость, т. е. максимальное количество информации, которое система может рецептировать.

Простейшим примером информационной системы может служить китайский бильярд. Он представляет собою шарик на доске с бортами, лунками и штырями. Как возникает информация? Если вначале кинетическая энергия шарика достаточно велика (больше барьеров между лунками), то шарик движется по всей доске, не застревая в лунках. В силу неустойчивости за счет отражения от шпилек, движение шарика становится стохастичным, и начальные условия быстро забываются. При уменьшении кинетической энергии (в силу диссипативности системы, в данном случае из-за трения) до величины порядка высоты барьера шарик попадает в область притяжения одной из лунок и остается в ней. Таким образом, выбранное состояние «запоминается», что

и является рождением информации. Шарик будет доступно состояние, ограниченное краями лунки. И он не может переместиться в другую без стороннего вмешательства.

Таким образом, фазовое пространство информационной системы должно быть расслоено на эргодическую и динамическую подсистемы. Однако такое расслоение нельзя осуществить абсолютно строго, различные степени свободы всегда связаны друг с другом. Это проявляется в том, что динамические (информационные) степени свободы флуктуируют и существует некоторая вероятность их радикального изменения (например, переброс шарика в другую лунку) под влиянием эргодической подсистемы (т. е. тепловых флуктуаций). Условия мультистационарности и диссипативности не могут быть выполнены одновременно абсолютно строго, они являются дополнительными. Это значит, что условие «запоминания» не может быть абсолютным, можно лишь говорить о запоминании с определенной вероятностью на некоторое время. Иными словами, информационная система не может помнить вечно.

Пусть  $\Gamma$  – объем всего фазового пространства, в котором объект может находиться,  $\Gamma_0$  – объем минимальной (квантовой) ячейки фазового пространства, а  $\Gamma_{inf}$  – объем одной информационной ячейки в фазовом пространстве. Тогда физическая энтропия пропорциональна логарифму отношения  $\Gamma/\Gamma_0$ , а информация пропорциональна логарифму отношения  $\Gamma/\Gamma_{inf}$ , где  $\Gamma/\Gamma_{inf} = N$  – информационная емкость среды. Сопоставление этих двух соотношений показывает, что они совершенно разные по величине, так как энтропия и информация отличаются размером элементарной ячейки. Например, в печатном тексте энтропия превышает информацию примерно в  $10^{10}$  раз. Столь большая количественная разница не случайна. Она связана с тем, что информационная ячейка должна содержать стохастическую подсистему и, следовательно, иметь объем  $\Gamma_{inf}$ , много больший объема элементарной ячейки фазового пространства.

Посмотрим, как связаны изменения энтропии и информации на примере китайского биллиарда. Вне зависимости от того, где находится шарик, физическая энтропия системы во всех случаях одинакова, однако количество информации различно: оно равно нулю, если шарик не попал в лунку, и максимально, если он лежит в определенной лунке.

В принципе, наряду с физической энтропией можно ввести и информационную энтропию, которую можно определить как  $S_{inf} = \log_2 n$ , где  $n$  – число стационарных устойчивых макросостояний, о которых известно, что система находится в одном из них (но неизвестно, в каком именно). Тогда мы получим связь этой энтропии с информацией соотношением  $S_{inf} + I = I_{max}$ , где  $I_{max}$  – полная информация о системе.

Увеличение информации (при сохранении  $I_{max}$ ) при этом всегда сопровождается равным уменьшением информационной энтропии. Термин

информационная энтропия удобно использовать, когда речь идет о возникновении информации и упорядочении системы. Ясно, что с физической энтропией эта величина, вообще говоря, не связана. Итак, основой отличия физической энтропии и информации является условие запоминания и обусловленный этим большой объем информационной ячейки по сравнению с элементарной ячейкой фазового пространства.

## 1. 8. Ценность, эффективность и сложность информации

Каноническая теория информации полностью игнорировала вопрос о содержании информации. И это понятно. При расчете пропускной способности канала связи не является важным, о чем идущее по этому каналу сообщение.

Но для социальных систем важно не просто количество информации, но и ее содержание. Иначе говоря, информация всегда имеет ту или иную ценность для тех, кто ее воспринимает.

В литературе описано несколько способов количественного определения ценности. Все они основаны на представлении о цели, достижению которой способствует полученная информация. Чем в большей мере информация помогает достижению цели, тем более ценной она считается.

Так Р. А. Стратонович [269] предложил определять ценность информации по уменьшению материальных или временных затрат, благодаря использованию информации. При этом считается, что цель достижима и несколькими путями. Например, оглавление к книге позволяет достаточно быстро найти нужный фрагмент текста.

В. И. Корогодин [147] предложил считать ценностью информации следующую величину

$$V = (P-p) / (1-p),$$

где  $p$  – вероятность достижения цели до получения информации, а  $P$  – после, и изменяются они от 0 до 1.

М. М. Бонгард [37] и А. А. Харкевич [315] предложили оценивать ценность информации как

$$V = \log_2 (P/p),$$

Ценность, определенная таким образом, может быть положительной, отрицательной (если получена дезинформация) и нулевой (в случае, если сообщение не имеет отношения к решению задачи, избыточная или повторная информация).

Последнее определение ценности информации более удобно и наглядно для практического использования.

Ценность информации, содержащейся в данной системе, зависит от ее взаимодействия с другими системами и, в первую очередь, от

возможности передать эту информацию. Так, информация обладает нулевой ценностью, если это сделать невозможно.

В случае повтора информации при наличии шумов ее ценность уже не является нулевой.

Способность передачи информации сама зависит от взаимодействия между объектами и может изменяться (и совершенствоваться) с течением времени. Например, при формировании и развитии языка основой передачи информации здесь являются правила, устанавливающие связь между данным звукосочетанием (или знакосочетанием, если речь идет о письме) и определенным объектом, свойством или отношением. Эти правила (алфавит, грамматика) являются условными, они вырабатываются и совершенствуются при взаимодействии людей.

Вероятность спонтанного возникновения самой информационной системы очень мала. Естественно, что для построения вполне определенной системы (например, бильярда с заданным расположением лунок и штырьков) требуется наличие большого объема информации.

Но если нам интересна любая система, способная генерировать и запоминать информацию, то необходимая для ее создания информация резко уменьшается. Так, например, любой неровный рельеф, содержащий впадины, пики и водоразделы обладает свойствами бильярда. То есть для построения произвольной информационной системы информация не нужна. Но и информация, возникающая в такой системе, не является ценной, пока система одна и не выработаны условия передачи информации и использования ее для каких-либо целей. Однако ценность этой информации может возрастать, если случайно возникшая система может копироваться, и копии будут вступать во взаимодействие.

Примером того, как это происходит, может служить процесс образования алфавита. Создание письменности – пример постепенного накопления ценной информации. В современном обществе информация о соответствии между звуками и их символами – буквами обладает большой условной ценностью. Вероятность ее случайного возникновения исчезающе мала. Угадать, что чему соответствует, для человека, впервые с этим сталкивающегося, практически невозможно. Однако такая информация возникла не сразу. Этот процесс исторически шел в несколько этапов. Сначала появились пиктограммы. Рецепция информации от пиктограммы не мала, а близка к единице. Вероятность случайного возникновения пиктограммы крайне мала – не зная и никогда не видя предмета, невозможно угадать его изображение, тем более, упрощенное. Однако вероятность приема информации о пиктограмме из окружающей среды уже не мала. При этом условное обозначение предмета или явления возникало не в единственном варианте, но в результате дальнейшего развития выжил только один из них. Дальше появились иероглифы, слоговое письмо и, наконец, буквы алфавита.

Каждый переход имел достаточно высокую вероятность. Хотя процесс возникновения сразу алфавита имеет практически нулевую вероятность.

По мере развития письменности пиктограммы утратили первоначальное значение и приобрели новое – каждый соответствовал определенному звуку и определенной букве алфавита. При этом несколько изменилось написание: так финикийский иероглиф «калеф» превратился в греческую «альфу» ( $\alpha$ ) и затем в латинское «а». Каждая буква сама по себе теперь уже ничего не означает, а предмету сопоставляется сочетание букв – слово.

Таким образом, появились алфавит и грамматика. Информация, заключенная в них, может иметь ценность (притом условную), только если имеется (или имелось) сообщество людей, использующих данный язык.

Процесс превращения иероглифической письменности в алфавитную неоднозначен и допускает много вариантов. Однако в каждом языке выбирается преимущественно один какой-либо вариант, а альтернативные отсеиваются; в противном случае язык теряет коммуникативную функцию. Выбор варианта в значительной мере случаен, и поэтому вероятность того, что будет выбран какой-то (любой из возможных), не мала. Информация, возникшая при таком выборе, вначале не является ценной. Эта ценность возрастает по мере увеличения числа людей, использующих именно этот вариант (а не другой, возможный). Отсев альтернативных вариантов происходит в результате общения. (Общение здесь понимается в широком смысле, в частности, становление единого языка в обществе порою сопровождалось войнами.)

Это пример перехода от конкретного к абстрактному. Каждый этап имеет ненулевую вероятность возникновения и его ценность зависит от количества пользующихся им людей.

Основные этапы подобных процессов таковы:

1. Образование информационной системы, еще не содержащей ценной информации.
2. Совершенствование системы на основе элементов, способных к непосредственному восприятию информации (прямое узнавание, возникновение пиктограмм).
3. Выбор одного из возможных вариантов и отсев альтернативных.

При ясной цели можно отличить информацию, имеющую ценность, от «лишней» информации  $I_0$ . Отношение количества ценной информации  $I_c$  к полной можно назвать коэффициентом ее эффективности  $\eta$ :

$$\eta = I_c / (I_c + I_0).$$

Этот коэффициент может быть полезным для понимания характера и смысла событий, происходивших в эволюции социальных систем. Он помогает также выявить иерархию и структуру информационных систем в социальных системах. Информация, записанная в первичных

структурах, может иметь положительную, отрицательную или нулевую ценность. На этом пути имеются, однако, трудности, связанные с формулировкой цели. В разных конкретных ситуациях преследуются разные цели и информация, ценная для одной из них, не является таковой для других. Кроме того, передача информации от структур более низкого уровня к высшим и реализация ее в ходе общей эволюции – процесс многоступенчатый. На каждом этапе часть информации теряется и эффективность, а также ценность, оставшейся изменяются.

Поскольку при функционировании системы информация, связанная с вырождением, никак не проявляется, часть ее наверняка является избыточной и «ценности» не представляет. (Отметим, однако, что эта информация становится ценной, если поставить какую-то иную цель.)

Примем, что «целью» процесса является выполнение функции, обеспечивающей жизнеспособность некоего социального института или государства (назовем ее целью № 1). Это означает, что функция должна выполняться в некотором (довольно широком) диапазоне условий. Информация, необходимая для достижения этой цели, составляет большую величину, но заметно меньше величины полной информации от различных сочетаний членов первичных структур. Уменьшение обусловлено тем, что многие члены первичной структуры могут быть заменены без потери функции.

Расширим теперь ситуацию, когда рассматриваемая подсистема (или их группа) помимо выполнения базовой функции обеспечивает также нормальное развитие социального института (обозначим его «цель № 2»). Необходимая для этого информация сильно возрастает. Во-первых, становится ценной часть информации, ранее бывшая избыточной. Во-вторых, сильно сужается диапазон допустимых значений параметров. А это существенно влияет на структурообразование, т. е. управляет им. В связи с этим информация должна быть больше. Наибольшее значение соответствует случаю, когда для достижения «цели № 2» все члены первичной структуры становятся важными и их нельзя заменить.

Рассмотрим теперь «цель № 3», включающую две предыдущих и дополнительное требование – способность к выживанию в условиях «большого скачка», например, при радикальном изменении внешних и внутренних параметров системы. Для этого накопленная впрямь информация о молчащих повторах оказывается необходимой и ценной. Правда, требования к первичной последовательности повторов при этом не высоки и содержащаяся в них «ценная» информация мала.

Таким образом, при усложнении целей, когда каждая последующая включает предыдущую, возрастает как ценность информации, так и ее эффективность. Можно думать, что в эволюции социосферы эти величины должны возрастать, поскольку возрастание ценности соответст-

вует усложнению структур, возрастание эффективности – экономному использованию информационного материала. При этом, однако, нужно иметь в виду, что значимость целей существенно различна на разных этапах эволюции. Так, на конвергентных стадиях цель № 3 не является главной. Если от нее отказаться, то увеличение эффективности может быть достигнуто за счет уменьшения количества исходной информации. При этом сохраняется «ценность» в рамках цели № 2, но уменьшается «ценность» в рамках цели № 3, т. е. в данном случае – потенциальная ценность. Это дает эволюционные преимущества при адаптации к стабильным условиям обитания.

На дивергентных этапах эволюции, особенно в условиях «качественного скачка» цель № 3 становится главной, для ее достижения необходимо наличие «молчащих повторов». Отсюда видно, что рассмотренные цели находятся в дуальном отношении, стремление к одной уменьшает вероятность достижения другой. Поэтому стремление к максимальной эффективности нельзя считать движущей силой на всех ее этапах. Следует полагать, что в среднем в эволюции сохраняется некоторое оптимальное (не близкое к максимальному) значение эффективности.

Представляется довольно очевидным, что сложность возрастает в ходе эволюции. Но что все-таки означает «сложность»?

Строгое определение сложности, позволяющее выразить это понятие количественно, дано в работах Колмогорова [140] и др. Сложный объект может быть закодирован некоторым сообщением, последовательностью нулей и единиц. Сложность определяется как минимальное число таких двоичных знаков, содержащих всю информацию об объекте, достаточную для его воспроизведения (декодирования). Другими словами, сложность есть выраженная в битах длина самой экономной программы, порождающей последовательность двоичных знаков, описывающих объект.

Понятие сложности относительно – оно зависит от уровня рассмотрения, уровня рецепции. Так, например, для геолога тот или иной образец – сложная система, которую он описывает большим количеством информации, а для обычного гражданина – это просто камень, который он может описать, используя минимум информации. Иначе говоря, сложность зависит от цели.

## 1. 9. Рецепция информации

В теории связи на рецептор (приемник) накладываются достаточно небольшие ограничения. Все, что ему надо уметь, это отличить один кодовый символ от другого. А вот в социальных системах (в частности, в образовании) восприятие информации становится одним из основных процессов.

Когда мы говорим о рецепции, то подразумеваем, что воспринятая информация запоминается. Соответственно, за это приходится платить не эквивалентным, а значительно большим количеством энтропии. То есть, рецепция информации идет с изменением энтропии системы, а это значит, что это процесс необратимый. Информация может быть забыта или утрачена рецептором иным способом, и, чтобы повернуть ее вспять, приходится опять увеличивать энтропию. То есть рецепторная система есть система диссипативная.

Кроме того, процесс рецепции есть процесс неравновесный. Это является необходимым условием для перетока информации. В равновесии между источником информации и ее рецептором не происходит обмена ценной информацией.

Рецепция информации приводит к возникновению определенной упорядоченности в воспринимающей системе (например, изучив карту, мы получаем возможность сориентироваться на местности).

Необходимым условием рецепции информации является определенный уровень восприятия, определенная емкость, способность воспринимать сообщение. Но это не является достаточным условием рецепции. Например, взяв учебник физики на японском языке, которого мы не знаем, мы не в состоянии воспринять информацию, содержащуюся в этой книге, так как не обладаем достаточным уровнем рецепции. Но даже, если учебник написан на русском языке, у нас в данный момент может не быть желания заниматься физикой. Это значит, что для рецепции информации должен реализоваться момент цели. Наличие цели означает, что мы находимся в неустойчивом состоянии, а достижение цели есть переход в более устойчивое состояние.

Таким образом, рецепция информации в социальных системах есть необратимый, неравновесный процесс перехода диссипативной системы из менее устойчивого в более устойчивое состояние.

Очевидно, что ценность информации не может быть определена независимо от ее рецепции – мы можем судить о ценности полученного сообщения лишь по последствиям его восприятия рецептором. Так, например, если мы не знаем японский, то не можем воспринять информацию, содержащуюся в книге по физике на японском языке, но если мы знаем японский и знаем физику, то этот учебник может оказаться для нас слишком элементарным, и опять ценность его будет минимальной. Максимальную ценность этот учебник будет содержать для японских школьников, для которых он и написан.

Таким образом, ценность информации зависит от уровня подготовки того, кто ее воспринимает, от предшествующего у него запаса информации. Это можно назвать «компетенцией» по отношению к воспринимаемой информации. Обычно, характер зависимости ценности информации от уровня «компетенции» имеет колоколообразный вид.

Очевидно, что понятие цели, характеризует рецепцию информации. Увеличение вероятности достижения цели оценивается рецептором, к этой цели стремящимся. Конечно, понятие цели, имеет субъективный характер, когда речь идет о рецепторе – человеке, но в ней можно выделить и вполне объективные моменты. Как уже отмечалось, наличие цели означает определенную неустойчивость и не более того.

Существуют ситуации, в которых ценность, т. е. последствия получения информации, несоизмеримо велика по сравнению с ее количеством. Например, дорожные знаки позволяют регулировать огромные транспортные потоки. Смена сигнала светофора с красного на зеленый меняет состояние автомобиля, для которого этот знак предназначен. Возникает триггерная ситуация. Малое внешнее воздействие дает выход (срабатывание) большому предварительному запасу информации. Триггерные ситуации постоянно реализуются в социальных системах.

Кроме «ценности» информации можно ввести понятие «осмысленности». Бессмысленной можно назвать ту часть информации, которая в данных условиях ни для какой цели не может быть использована. Но следует иметь в виду, что «осмысленность» информации зависит от уровня «компетенции» рецепторов. Например, у нас есть цель найти информацию по определенному вопросу. Находим, но она на неизвестном нам языке. Формально это ценная информация, но из-за нашего уровня компетенции она оказалась для нас в данный момент бессмысленной.

«Осмысленность» информации важна при обсуждении вопроса возникновения ценной информации и ее эволюции. В обычных задачах управления ценность информации обсуждается в предположении о том, что цель задана извне. Вопрос о спонтанном возникновении цели внутри самой системы при этом не ставится. В случае самоорганизующихся систем эти вопросы становятся актуальными, особенно в проблеме социальной эволюции. При этом, ценность информации эволюционирует: не ценная информация становится ценной, бессмысленная – осмысленной, и наоборот, меняется мера условности и субъективности в процессе осмысления информации.

Образовательная информация создана в расчете на полноценную ее рецепцию и совершенно неотделима от рецепции. Сама рецепция меняется в пространстве и времени. Человек растет, обретает новый опыт, новые знания, меняется его «компетентность», его уровень рецепции.

## 1. 10. Передача информации

В принципе, запоминание различных вариантов может осуществляться двумя различными способами: либо спонтанно, в результате неустойчивого поведения самой системы – в этом случае имеет место рождение (возникновение) новой информации, либо в результате действия

сторонних сил – в этом случае говорят о передаче информации от другой (сторонней) системы. Этот процесс имеет некоторые особенности.

В процессе взаимодействия между различными объектами и системами происходит обмен информацией. Естественно передается не вся информация, содержащаяся в каком-либо объекте, а лишь некоторая ее часть, которую можно назвать «имиджем» информационной системы.

Например, люди по большей части сильно преувеличивают количество информации, которое они используют в процессе узнавания. Благодаря этому и существуют карикатуристы. Малым числом штрихов им с легкостью удается изобразить свою «жертву». Человек может узнать знакомого по немногим характерным признакам. Если он не прилагает специальных усилий, то обычно вообще не замечает различия между объектом и его «имиджем».

Информация «имиджа» записана при помощи некоего кода, который может быть совершенно произвольным.

Пусть  $U$  – некий объект с  $N$  различными признаками. Тогда  $U$  можно представить в виде вектора в  $N$ -мерном пространстве. Обозначим «имидж»  $U$  через  $V$ , где  $V$  содержит некоторое, но не все, количество информации, присутствующее в  $U$ .  $V$  можно представить в виде проекции вектора  $U$  на некую гиперплоскость с числом измерений, меньшим  $N$ . Более того, область изменения какого-либо параметра, входящего в  $V$ , может оказаться меньше, чем у этого же параметра в  $U$ , т. е. некоторые изменения признаков не входят в «имидж», хотя сами признаки входят в него.

При работе с «имиджами» следует различать *двузначность* и *двузначность*. Это можно проиллюстрировать на примере из лингвистики. Слово – это «имидж» понятия, которое оно обозначает. В этом случае синонимы – это двузначность, а когда одним словом обозначают разные понятия возникает двузначность. Например, слово «лук» обозначает и растение и оружие.

Двузначность и двузначность, в определенных ситуациях вредна, так как препятствует надежности передачи информации и означает появление неопределенности. Но иногда неоднозначность очень полезна, так как позволяет дать представление о чем-то новом, ранее неизвестном.

Излишняя информация является избыточной, но не вся избыточная информация оказывается излишней. Некоторое минимальное количество избыточной информации, содержащейся в «имидже», необходимо для преодоления описанной выше двузначности и двузначности.

При большом  $N$  (числе признаков, определяющих «имидж») можно осуществить выбор, обеспечивающий хорошее приближение к оптимальным условиям. Отсюда следует, что при достаточно большом  $N$

вероятность двузначности и двузначности можно поддерживать пренебрежимо малой до тех пор, пока в системе останется хотя бы ничтожное количество излишней информации. В этом плане передача информации в процессе обучения с помощью зрительных образов более предпочтительна, чем через текст или речь, так как зрительный образ обладает большим объемом информации.

При рецепции происходит и утрата части информации, и ее возрастание. Первое тривиально и очевидно – передача любого сообщения обязательно сопровождается шумами. Утрата части информации при восприятии определяется принципиальной неадекватностью сознания автора и рецептора, обязательным различием их индивидуальностей.

Возрастание информации при рецепции не тривиально. Оно программирует поток ассоциаций, мыслей и эмоций в сознании рецептора, мобилизует создание им новой информации. Эта информация может остаться в его сознании или быть сообщена окружающему миру, если рецептор хочет и может поделиться с ним своими переживаниями. В этом и состоит сотворчество автора и рецептора, воспринимающего его творчество. Под «компетентностью» здесь следует понимать не простую сумму сведений, некую «картотеку» прочитанного, увиденного и услышанного, но все интеллектуальное и эмоциональное богатство рецептора, включающее его способность к сотворчеству. Лишенный фантазии и эмоциональности эрудит в этом смысле может оказаться худшим рецептором, чем человек, не столь сведущий, но способный к ярким переживаниям.

## 1. 11. Первичная и вторичная информация

Имеет смысл различать первичную и вторичную информацию. Например, письменный текст является вторичной информацией, описывающей некоторую реальность. При этом данное описание будет информацией только в том случае, если тот, кто пишет, владеет тем же языком, что и тот, кто будет этот текст читать.

Вторичной является также информация, содержащаяся в алфавите и словарном запасе языка. Первичной является информация о реально происходящих событиях. Она не нуждается в согласовании и может рецептироваться информационной системой даже без участия человека. Эта информация не возникает случайно, ибо она рецептируется из окружающей действительности.

Вторичная информация имеет тенденцию к унификации, что естественно, поскольку при этом возрастают ее ценность и эффективность. Так, например, явления природы – первичная информация, а их

теоретическое описание – вторичная информация. Унифицированная вторичная информация часто воспринимается как первичная. Однако унификация происходит в процессе эволюции, а это значит, что пока был выработан данный вариант, существовали и альтернативные варианты. При этом в процессе развития каждый последующий этап является вторичной информацией по отношению к предыдущему этапу.

Известно, что математика – это аксиоматическая теория. Поэтому доказательство теорем – это всего лишь извлечение информации в нужной нам форме из аксиом, и в этом плане теоремы являются вторичной информацией по отношению к аксиомам.

Процесс познания состоит из получения первичной информации и перевода ее во вторичную информацию для передачи другим (образования). Успех зависит от того, в какой мере выбранный алгоритм описания уже принят в сообществе, то есть от «компетенции» этого сообщества.

Общество – развивающаяся система, и в нем происходит накопление информации, как первичной, так и вторичной.

Генерация и использование первичной информации характерна для эволюции знания (аналог филогенеза), а развитие учащегося (аналог онтогенеза) содержит этапы эволюции знания. Попытка давать только последние достижения делает процесс образования неоптимальным и не позволяет накапливать точки роста в случае смены существующей парадигмы.

Создание вторичной информации аналогично образованию кода. Этические нормы – пример вторичной информации. Открытие эффекта – первичная информация, а его название – вторичная информация. То есть мы получаем от природы первичную информацию, а затем она переводится во вторичную информацию.

## 1. 12. Социальная информация

В проблеме происхождения социальной информации, в первую очередь, следует рассмотреть возникновение некоего социального алфавита (т. е. аппарата трансляции и кода), ибо смысловая часть могла возникнуть лишь на базе алфавита и, следовательно, не раньше его. Есть еще одно важное различие между алфавитной (или кодовой) и смысловой информацией. Первая присуща всей социосфере. Смысловые же части информации, которые содержит каждый индивидуум, вообще говоря, могут отличаться; более того, эти отличия и определяют разницу между индивидуумами и сообществом разного типа социальных организаций. Ясно, что код (или алфавит) мог возникнуть лишь в результате взаимодействия многих индивидуумов.

Информация, заложенная в первичных структурах, обладает условной ценностью, поскольку для ее приема необходим аппарат трансляции.

Обсудим теперь, как в социальных системах реализуется условие запоминания информации. Время запоминания должно быть достаточно велико – порядка времени жизни социальной системы, т. е. во многих случаях много больше времени жизни отдельного индивидуума или структур, входящих в данную систему. Отсюда следует, что «запомнить» информацию означает не только сохранить ее в течение жизни, но и передать потомству. Это значит, что социальная информационная система должна быть способна к комплементарной авторепродукции. Для того, чтобы процесс действительно был авторепродуктивным, необходимо, чтобы скорость его была много больше скорости изменений системы за счет мутаций и скорости деградации. Возникает вопрос: как может образоваться информационная система, не имеющая еще информацию о коде (условную), но содержащая большую и ценную (безусловно) информацию? Это может происходить, если информация не возникает случайно, а рецептируется извне, путем прямого узнавания, подобно иероглифу.

А вот пример комплементарности. Допустим, мы хотим выбрать определенную комбинацию знаков для программирования замка цифрового сейфа. Здесь не существенно, каким образом первоначально выбирали эту комбинацию – научным методом, заимствуя ее из таблицы случайных чисел, или не очень разумно, пользуясь какой-то в принципе расшифровываемой последовательностью, например датой рождения или телефонным номером. Нам важно лишь, что перед введением данной комбинации в механизм сейфа любая последовательность чисел столь же хороша (или столь же нехороша), как и любая другая, но после того, как она введена в этот механизм, одна последовательность оказывается нужной, а все остальные бесполезными. Введение выбранного кода для открывания сейфа комплементарно, а другие комбинации таковыми не являются.

Предположим, что в исходном состоянии у нас есть последовательности равноправных образов. Такая последовательность сама по себе не имеет никакого «смысла», т. е. не несет никакой информации, являясь лишь «шумом». Вместе с тем исходная «бессмысленная» последовательность становится весьма осмысленной, как только возникает необходимость точно следовать ей. Информация возникла благодаря тому, что какой-то один из образов стал прародителем системы, т. е. она возникла благодаря стабильности системы, порожденной этим образом.

Следует подчеркнуть, что возникновение информации из шума – это совсем не то, что обнаружение информации, замаскированной шумом, например, при выявлении ранее не известной закономерности.

В последнем случае информация существовала, хотя и в замаскированном виде, тогда как в первом случае ее просто не было. Это справедливо и тогда, когда у одного из образов были известные основания для того, чтобы стать прародительницей системы. Безупречная комплементарность необходима и в случае совершенно случайного выбора исходных последовательностей. «Запоминание случайного выбора» служит механизмом *создания* информации, и по своей природе этот механизм совершенно отличен от механизма *обнаружения* информации.

Естественно, что копирование информации через передачу ее «имиджа» приводит в итоге к накоплению ошибок. Со временем, информация, разделенная друг от друга несколькими поколениями, окажется столь различной, что это будет просто другая информация. Конечно, сделать величину ошибок равной нулю трудно, но она должна быть достаточно малой. В принципе, есть механизм отбраковки «плохой» информации. Например, у нас есть замок и ключ к нему. В силу возникшей необходимости мы делаем копию ключа, затем, копию с копии и т. д. Проверка того, что ошибка в копировании еще не достигла критического значения, – это проверка, подходит ли очередной ключ к замку или нет. Не подходящий просто выкидывается. Правда, в результате такой проверки может «искажаться» и сам замок. И в результате образуется новая «пара», не имеющая никакого отношения к исходной. Иначе говоря, возникла новая «мутантная» система. Примером этого может служить преобразование исходной информации, поступающей в общество, не достаточно подготовленное к ее восприятию. Со временем она превращается в нечто, совсем не похожее на первичную информацию.

Отметим, что эволюционные преимущества появляются только при наличии нескольких систем, претендующих на информационные системы. То есть идет процесс накопления нейтральной информации. Она, однако, становится весьма полезной при приспособлении к качественно новым условиям. Иными словами, накопление «нейтральной» информации является необходимым условием социального прогресса. Такие «качественные скачки» в эволюции систем (их организации и функций) приводит к повышению уровня выживаемости, лучшему приспособлению к внешним условиям и способствуют социальному прогрессу. Иными словами, накопление «нейтральной» информации является необходимым условием социального прогресса.

Если бы этого не было, то при решении проблемы «качественных скачков» возникали бы трудности. Каждый новый шаг обладает большой информацией. Вероятность спонтанного ее возникновения в случае образования системы в результате нескольких таких шагов столь мала, что становится практически невероятным событием. (Чем выше уровень информации, тем меньше вероятность ее спонтанного появления).

Социальная эволюция необратима и направлена. Исходный материал для эволюции – случайные «мутации» носителей социальной информации (процесс выбора), конечно, никакой направленности не имеющие. Но работает механизм отбора, благодаря которому выживают мутанты, более приспособленные к условиям среды. Естественный отбор состоит в оценке систем, обладающих широкой изменчивостью. Оценка означает выделение ценной информации.

Кроме движущего отбора действует отбор стабилизирующий, в результате которого отбрасываются «мутанты», сильно отличающиеся от средней нормы, как в ту, так и в другую сторону. Стабилизирующий отбор также требует энергетических и энтропийных затрат.

Итак, естественный отбор создает направленную эволюцию. Но это не единственный и не наиболее важный направляющий фактор. Возможные способы его изменения заданы предшествующей эволюцией, которая тесно связана с индивидуальным развитием. Эволюция, идущая по некоторому пути, не может переключиться на другой путь. Эволюция необратима, канализована, направлена.

Человек связан с социумом, в котором он живет. Социум получает информацию о состоянии совокупности его членов посредством неких обратных связей и, тем самым, включает в себя специфический механизм преобразования этой информации в управляющие сигналы и средства передачи последних индивидуумам.

Наследственная информация, передается с помощью образования и фиксируется в носителях информации, передается от предыдущего поколения к последующему только после ее преобразования в социуме. Но носителями информации являются индивиды, составляющие социум. Социум меняется, эволюционирует, но информация об этих изменениях передается через развитие отдельных его членов, потомство которых вливается в тот же социум.

Для эволюции существенно не количество информации, которой обладает каждый член общества, но количество накопленной ими ценной информации. **Иначе говоря, образование должно стремиться не к количеству, а к качеству информации.**

Можно определить ценность информации по степени ее незаменимости с течением времени. Ценны те фрагменты знания, которые сохраняются в процессе эволюции.

Очевидно, что в процессе дивергенции идет рост незаменимости, рост ценности информации. На ранних этапах мы еще не знаем, что важно, а что нет. Но по мере развития предыдущее знание накладывает на нас определенные ограничения. Когда мы впервые сталкиваемся с предметом, для нас все важно, но когда мы уже обладаем определенными знаниями, далеко не все кажется нам таковым.

Что же это значит? В процессе развития менее ценные знания убираются и заменяются более ценными. Подобно коллекционеру, улучшающему свою коллекцию, меняя менее ценные экземпляры на более ценные. Именно это и должна преследовать система образования.

Таким образом, ценность информации возрастает в ходе эволюции. И благодаря этому в образовании постоянно реализуются триггерные ситуации – единичные сигналы, несущие очень малое количество информации, вызывают большие последствия. Триггерное действие, в котором информация имеет особенно высокую ценность, определяется уже наличием большим запасом подготовительной информации, высокой неустойчивостью.

Одновременно с ценностью информации в ходе развития повышается избирательность рецепции ценной информации. Образование должно совершенствовать свою способность к отбору такой информации. Отбор ценной информации лежит в основе всей творческой деятельности человека.

Отбор именно ценной информации не требует дополнительных энергетических расходов.

Таким образом, образование способно отбирать ценную информацию, не внося за это особой платы. Оно платит за ценную информацию и не платит ничего за невоспринимаемую информацию, лишённую ценности.

### 1. 13. Горизонт предсказания

Если принять, что новая информация – это запомненный выбор, то можно ли ее предсказать заранее? И если можно, то с какого момента? Чтобы понять сложность задачи, можно рассмотреть обычную рулетку, которая также является примером информационной системы. И в рулетке можно предсказывать, и вот с какого момента. Информационная система – это диссипативная система. Запоминание – это попадание системы в устойчивое состояние. Итак, если мы знаем темпы потери энергии системой, область фазового пространства, где система совершает свое движение, и точное ее положение в какой-то момент времени, то можно оценить ту область фазового пространства, куда в итоге попадет система.

Иначе говоря, для успешного прогнозирования нужно иметь возможность принимать (рецептировать) информацию о системе. Естественно, чем выше точность, тем больше надо иметь информации о системе. А это очень затратно. Поэтому следует оценивать, насколько важно иметь точный прогноз, превышает ли полученная выгода затраты.

Кроме того, уметь оценивать величину интервала прогнозирования. Можно это сделать и без расчета, а интуитивно, на основании многих наблюдений за схожими ситуациями. Например, долго наблюдая за игрой на данной рулетке.

И, наконец, нужно уметь выбирать момент, когда состояние системы становится таким, что процесс прогнозирования станет оптимальным.

### 1. 14. Два потока информации.

В процессе развития приходится решать две дополнительные друг к другу задачи. Первая – сохранение накопленной ранее информации, и, вторая – приобретение и отбор новой информации, обеспечивающей возможность последующей адаптации системы к изменяющимся внешним условиям. И чем лучше будет решаться одна из них, тем труднее решить другую. Поэтому следует выбрать такую оптимальную стратегию хранения и обработки новой информации, которая бы решала обе проблемы при информационном контакте социальных систем со средой. Она должна иметь консервативную и оперативную часть. Это соответствует необходимости сохранения полезных свойств системы и приобретения новых в случае изменения внешней среды. Вообще-то изменениям подвержена как система, так и среда, с которой она взаимодействует, но поскольку среда всегда больше системы, то она и диктует необходимость изменения для системы. При этом от внешней среды идут разные сигналы, в том числе и направленные на ее разрушение. В этих условиях система, чтобы лучше сохраниться, должна уметь сохранять собственную информацию от этого разрушительного воздействия. Но от среды идет и полезная информация, необходимая системе для нормального функционирования. И она должна уметь воспринимать ее.

В принципе, для системы возможны два решения этого противоречия: либо иметь одну систему обработки и хранения информации, расположенную на некотором оптимальном «расстоянии» от среды, либо разделиться на две сопряженные подсистемы – консервативную и оперативную, первую «убрать подальше» от среды, чтобы сохранить имеющуюся информацию, а вторую «приблизить» к среде для получения новой. Первое решение приводит к следующей ситуации: если систему обработки и хранения информации, для оперативности изменений, поместить очень близко к среде, то будет разрушаться консервативная информация, а если убрать ее подальше, то она не будет оперативно отслеживать текущие изменения. Второе решение является более предпочтительным, так как повышает общую устойчивость системы.

Именно таким образом идет развитие в биологии, и там этот механизм реализуется через половой диморфизм [75].

Для устойчивости системы образования следует иметь нечто подобное, а именно, иметь две подсистемы, каждая из которых работает со своим потоком информации: «консервативным», осуществляющим передачу информации от поколения к поколению, из прошлого в будущее, и «оперативным», передающим текущую информацию от среды, из настоящего в будущее. При этом свойства этих двух подсистем различны. У оперативной подсистемы, по сравнению с консервативной, выше вариабельность, уже уровень компетенции, выше толерантность к новому, активнее поиск нового, рискованность и другие качества, «приближающие» эту часть системы к среде. Кроме того, она должна быть избыточной, малой по объему, высоко подвижной и «дешевой». А инерционная подсистема «дефицитна» и более «ценна».

В оперативной части системы идет постоянный отбор, с большим коэффициентом потерь, но то, что остается, приобретает влияние на консервативную подсистему, заставляя и ее эволюционировать.

Образовательная система может характеризоваться тремя основными параметрами:

- соотношением объемов этих двух подсистем;
- отношением дисперсий систем, под которым понимается отношение разнообразий того или иного признака у первой и второй подсистемы;
- системным диморфизмом, под которым понимается отношением средних значений того или иного признака для первой и второй подсистемы.

В стабильные периоды, когда нет необходимости ничего менять, сильна консервативная часть системы. А объем оперативной части минимален. При этом признаки консервативной подсистемы имеют минимальную дисперсию и неизменное среднее значение. В нестабильной ситуации, когда требуется повысить пластичность, усиливаются оперативные тенденции. В свою очередь, появление большого количества предложений по инновациям может служить индикатором появления нестабильности в системе. Внешние изменения затрагивают сначала оперативную подсистему, которая вслед за средой начинает меняться. Возникает подсистемный диморфизм по изменяющемуся признаку. Затем общая дисперсия системы расширяется, признак начинает меняться и у консервативной подсистемы и эволюционирует с одинаковой скоростью в обеих подсистемах, системный диморфизм остается постоянным. Когда признак приобретает стабильное значение, дисперсия его сужается и эволюция прекращается сначала у оперативной подсистемы, а затем у консервативной, системный диморфизм

уменьшается и исчезает. Таким образом происходит изменение признака от оперативной подсистемы к консервативной.

Обычно в социальной системе тот или иной признак имеет не определенное значение, а диапазон возможных значений. Ширина этого диапазона есть характеристика степени участия среды в формировании признака и ее можно назвать нормой реакции. У консервативной подсистемы норма реакции выше, чем у оперативной. Иначе говоря, при изменении внешней среды консервативная подсистема старается просто к ней подстроиться, а не искать оригинальное решение проблемы. А оперативная подсистема в этой ситуации не в состоянии подстроиться и вынуждена дать новый ответ на изменившуюся ситуацию. (Например, после 1991 года преподаватели научного коммунизма начали плавно перестраиваться на преподавание религиоведения. Привлекаемые же сюда новые научные силы стали предлагать новые оригинальные подходы.) Это происходит из-за того, что у оперативной подсистемы выше сечение канала связи ее с внешней средой. Т. е. каждый элемент этой части подсистемы имеет невысокую норму реакции, но зато разнообразие этих элементов очень высоко. Более широкая норма реакции консервативной подсистемы позволяет ей дольше сохраняться при изменении внешней среды. Узкая норма реакции оперативной подсистемы заставляет ее подвергнуться интенсивному отбору. Следовательно, выжившие элементы оперативной подсистемы более селективны. Интенсивный отбор уменьшает объем этой подсистемы, а широкая норма реакции консервативной подсистемы позволяет воспринимать новые свойства. Таким образом, следующее поколение получает информацию о прошлом от консервативной подсистемы, о настоящем – от оперативной.

Минимальная в стабилизирующей среде дисперсия признака расширяется с началом эволюции и сужается по ее завершению.

Широкая норма реакции консервативной подсистемы обеспечивает ей более высокую, чем у второй, пластичность (адаптивность) при развитии. Благодаря широкой норме реакции, консервативная подсистема может «выбраться» из неблагоприятных зон за счет воспитуемости, обучаемости, конформности, т. е. в общем – адаптивности. Для оперативной подсистемы такой путь закрыт из-за узкой нормы реакции; только находчивость, сообразительность, изобретательность могут обеспечить ей выживание в дискомфортных условиях. Иными словами, первая подсистема приспосабливается к ситуации, а вторая выходит из нее, найдя новое решение, дискомфорт стимулирует поиск.

Поэтому оперативная подсистема охотнее берется за новые, требующие поиска, неординарные задачи (часто выполняя их вчерне), а первая лучше доводит решение знакомых задач до совершенства.

Можно выделить фазу поиска (нахождения новых решений), освоения и фазу закрепления, совершенствования. Вторая подсистема имеет преимущество в первой фазе, а первая – во второй.

Как реализуются эти две подсистемы в образовании и в науке?

Первая подсистема – крупные учебные заведения, крупные научные центры. Вторая подсистема – это функционирующие при них небольшие группы, предлагающие на рынок новый товар, ищущие новые «экологические ниши» для своей деятельности, опытно-конструкторских разработок, учебных или научных проектов. Выживают и переходят в первую подсистему те малые компании, неформальные группы, творческие коллективы, которые наиболее успешно прошли естественный отбор. Поток идей и информации идет от второй подсистемы к первой, а материальных ресурсов – в обратном направлении.

Для консервативных подсистем характерно массовое производство, массовое распределение, массовое образование. Акцент при этом делается на стандартизации, синхронизации, централизации, создании гигантских промышленных комплексов.

До промышленной революции производство не было массовым. Затем наступил период массового производства предметов потребления, а теперь мы начинаем двигаться обратно – к индивидуализированному заказу, но на основе высокой технологии. Это спираль.

Естественной реакцией на эти процессы является рост разнообразия, повышения скорости реакции на запросы общества, повышение инициативы и самостоятельности студентов.

Рост иерархий такого типа трудно планировать, им трудно управлять. Тем не менее, этот процесс направляемый и регулируемый. Сегодня малые инновационные фирмы возникают обычно вблизи крупных промышленных предприятий или университетов. Создавая среду для инновационных фирм, обеспечивая базовый научный и технологический уровень, предоставляя льготные возможности для венчурного кредитования, можно создать условия для формирования таких иерархий, растущих снизу.

В полной мере это характерно и для научного сообщества. Такие иерархии плохо управляемы, но достаточно устойчивы по отношению к государственным решениям стратегического уровня, изменению источников финансирования. Однако они совершенно неустойчивы по отношению к уничтожению среды, благоприятствующей исследованиям и разработкам.

Консервативные подсистемы – государственные структуры, крупные компании, большие университеты. Их цель – не радикальное быстрое изменение существующей ситуации, а ее сохранение и стабилизация. В них поток ресурсов, информации, управляющих воздействий идет

сверху вниз. Их развитие поддается планированию, они неплохо управляемы, однако характерное время реакции на нововведения достаточно велико. Такие подсистемы, в отличие от структур первого типа, при наличии достаточно больших вложений легко могут быть воссозданы. Однако обеспечить высокую эффективность их работы весьма сложно. Их реформирование сталкивается с большими проблемами.

В случае, когда теряется четкая целевая ориентация такой структуры, ослабевает или теряется управление сверху, структура может быстро деградировать. Характерный путь деградации – распад на составные части, потеря управляемости и уменьшение возможностей всех элементов системы.

С точки зрения математического описания наличие двух подсистем приводит к тому, что описание первой (консервативной) подсистемы должно удовлетворять требованию сохранения информации. Это значит, что соответствующая математическая модель является динамической, достаточно грубой и простой, решения ее однозначны и устойчивы. Оперативная же подсистема, напротив, должна обеспечить возможность усложнения развивающегося объекта. Т. е. ее модель временами теряет устойчивость, приобретает варибельность и, вообще, обладает свойствами, характерными для нелинейных динамических моделей.

Разбиение исходной системы на две подсистемы происходит в соответствии с принципом временной иерархии. В такой модели решаются обе задачи развития, а их дуализм (дополнительность) преодолевается тем, что каждая из задач решается на своем иерархическом уровне.

---

---

## Глава 2. ПРОЦЕССЫ ВЫБОРА И ОТБОРА В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ НА КОНВЕРГЕНТНЫХ И ДИВЕРГЕНТНЫХ ФАЗАХ РАЗВИТИЯ

### 2. 1. Эволюция социальных структур

Возникновение новых социальных систем – это возникновение новой социальной информации. Поэтому здесь приходится иметь дело с задачей возникновения информации, которая характеризуется: величиной, ценностью, сложностью, осмысленностью, эффективностью и т. д.

Как правило, в процессе развития случайное возникновение большой и ценной информации – крайне маловероятное событие. Например, у нас есть большая куча букв, из которой мы случайным образом вытаскиваем их одну за другой. И вдруг сообщаем, что в результате такой процедуры у нас получилось ... небольшое стихотворение А. С. Пушкина. Следует ли обижаться на окружающих, если они нам не поверят? А маловероятные события в эволюции системы, которая развивается постепенно и последовательно, обычно не происходят, так же как не создаются «гениальные стихи» нашим способом.

Как же идет процесс развития? Обычно сложные структуры возникают на базе предыдущих и, в свою очередь, могут служить основой для последующих стадий развития. Процесс самоорганизации есть последовательная смена двух этапов. На первом увеличивается разнообразие возможных режимов и свойств системы. Это дивергентный этап, он необходим для поиска новых возможностей существования. На втором – разнообразие свойств уменьшается, но система (или ее элементы) совершенствуется, т. е. наилучшим образом приспособляется к данным условиям. Этому соответствуют конвергентные стадии эволюции и процессы адаптации. Эти два типа самоорганизации чередуются в развитии систем, и каждый из них подготавливает условия для другого.

«Шумы» сопровождают развитие систем на всех этапах их эволюции. Но при этом в разных фазах развития они играют разную роль. На дивергентной стадии они могут способствовать появлению разно-

образия и, следовательно, убыстрять эволюцию, а на конвергентной, напротив, могут создавать нежелательные помехи.

Основная идея теории эволюции – идея отбора. Это когда из набора равновероятных систем выживают лишь те, которые имеют в данных условиях какое-либо преимущество по сравнению с остальными. А если таких преимуществ нет? Кто тогда будет развиваться дальше, а кто не будет? Это уже случай выбора. Составление стихов нашим методом – процесс выбора, а не отбора.

Главная проблема процесса эволюции – это указание пути, следуя которому система может накопить достаточно большую и ценную информацию без маловероятных случайностей.

Оказывается, если процесс эволюции идет через ряд промежуточных этапов, каждый из которых обладает некоторым эволюционным преимуществом, то возникновение итоговой информации происходит более осмысленно и с существенно большей вероятностью, чем при использовании только механизма выбора.

Теперь перейдем к более подробному описанию каждого этапа эволюции.

### 2. 2. Конвергентная фаза развития

На конвергентной фазе развития в результате взаимодействия образуется «чистая» система, обладающая одним типом структуры, если вначале система была смешанной, в которой присутствовали различные варианты таких структур. При этом может происходить как выбор одного варианта из нескольких возможных (т. е. возникновение информации), так и отбор одного выделенного варианта. При этом важно, насколько такой процесс помехоустойчив, иными словами, сколь существенную роль играют различные ошибки в процессе формирования «чистой» структуры.

Предположим, что на предыдущей (дивергентной) фазе развития у нас уже возникли некоторые первичные структуры и надо выяснить, какие из них останутся в результате их совместного действия на конвергентной фазе эволюции. В этой фазе главную роль будет играть взаимодействие однопорядковых структур. При этом может возникнуть антагонистическая конкуренция, например, из-за «жизненного пространства». Кроме того, может происходить конкурентная борьба и внутри каждой структуры между ее элементами за «жизненный ресурс». (Примером первых может быть борьба между двумя ведомствами за разделение сфер влияния, а примером вторых – борьба внутри каждого ведомства между их сотрудниками за должности, премии, сферы влияния и т. д.).

Особый интерес представляет случай, когда все структуры равноправны. Самоограничение (или борьбу внутри самой системы) не будем учитывать, так как предполагается, что системы находятся в фазе неограниченного роста (всем всего хватает). Учтем только антагонистические взаимоотношения между одноуровневыми системами.

В этом случае возможны следующие ситуации. Во-первых, в результате конкуренции вымирают все. Но это неустойчивая ситуация, так как после освобождения «жизненного пространства» оно снова может стать аренной «битвы» для новых систем. Во-вторых, возможна ситуация, когда все системы выживают, но это тоже неустойчивое состояние. Любая бесконечно малая флуктуация нарушит это неустойчивое равновесие и в результате конкурентной борьбы выживет только один тип структур. Это и есть наиболее вероятный результат для такой ситуации<sup>1</sup>.

Таким образом, в конце процесса образуется единая структура, т. е. происходит выбор одного варианта из ряда равноправных. То есть наша модель показывает, что если вначале система была смешанной, в которой присутствуют различные варианты структур, то в результате взаимодействия образуется «чистая» система, обладающая одним типом структур. Это процесс выбора (случайный), и нельзя сказать заранее, какая из систем окажется победительницей.

Совсем другая ситуация будет в случае, если системы не равнозначны по своим свойствам с самого начала и некоторые из них более «приспособлены» к условиям существования, т. е. вероятность выжить у них выше. Это будет уже не выбор, а отбор, и его результат зависит от начального состояния процесса. В этом случае реализуется та система, которая обладает существенными преимуществами по сравнению с остальными.

Поясним это на примере. Пусть есть некоторая область, половина которой находится под водой. Теперь представим, что над ней произошло крушение самолета, перевозившего передвижной зоопарк, в котором, помимо сухопутных животных, были и аквариумы с рыбами. Если катастрофа произошла на суше, то обитателям аквариумов там ничего не светит. А если это случилось над водной частью, не повезло сухопутным тварям.

<sup>1</sup> Это есть результат решения уравнений, описывающих данную модель. Модель, учитывая только антагонистические взаимодействия и имеет вид:

$$\frac{dx_i}{dt} = \bar{b}_i x_i - x_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n B_{ij} x_j$$

Здесь  $i \neq j$ , так как это уравнение описывает взаимодействие систем разного типа.

Преимущество может быть связано не только с начальными условиями, но и с тем, что одна из систем просто более приспособлена к данным условиям, чем другая. Например, два предприятия выпускают одинаковую продукцию. Но на одном из них издержки меньше. Ясно, что одно из них, со временем, вытеснит второе с рынка.

При этом надо иметь в виду, что при отборе одного выделенного варианта, практически не создается новая информация, так как выживание одного из них было предопределено заранее либо заданием начальных условий, либо исходными преимуществами.

В случае выбора ситуация с информацией иная. Здесь исходная система в начальном состоянии мультистационарна, т. е. имеет несколько устойчивых стационарных состояний со сравнимыми по объему областями существования. В результате выбора остается (то есть запоминается) только одно состояние, причем, случайным (непредсказуемым) образом. При этом «выживает» не обязательно «наилучший» с точки зрения достижения некой цели. В результате выбора фиксируются начальные условия системы для дальнейшего развития. Тогда отбор можно рассматривать как процесс усиления выбора (доведения его до конца), протекающий с учетом и параметров, и начальных условий.

То, что мы рассматривали, справедливо для начальных этапов развития, когда наличие ограничений в ресурсах еще не сказывается. Естественно, в более реалистичном случае нужно учитывать, кроме антагонистических взаимодействий, также и конкурентную борьбу всех систем за ресурсы. Но качественно это не прибавляет ничего нового к тому, что мы уже рассмотрели.

Оценить величину селективных преимуществ первичных структур не всегда просто, но ясно, однако, что наиболее важные события разыгрывались, когда селективные преимущества были невелики, и основную роль играло антагонистическое взаимодействие. И в этом случае имеет место возникновение информации (выбор), а не проявление заранее предопределенного варианта (отбор).

С точки зрения передачи и запоминания информации случайные изменения являются помехами и, следовательно, надо исследовать вопрос помехоустойчивости процесса. При этом воздействия могут носить случайный характер, и в результате долгого наблюдения мы будем иметь, в среднем, равное нулю значение. Возможны ситуации, когда в результате долгого наблюдения мы видим, что внешняя помеха имеет отличное от нуля среднее значение. Методы исследования этих воздействий несколько различаются.

Устойчивость процесса отбора по отношению к систематическим помехам зависит, прежде всего, от уровня помех и от стадии развития системы. На первой стадии (этап выбора в режиме неограниченного роста) все флуктуации и ошибки ведут к равноправным вариантам.

На второй стадии (конвергентной фазе неограниченного роста), после образования первичной структуры, но до возникновения структур более высокого уровня, нежизнеспособные состояния существенной роли не играют, поскольку сводятся лишь к уменьшению скорости роста нужной структуры.

При исследовании устойчивости третьего этапа (конвергентной фазы в режиме насыщения) следует учесть, что при одном и том же уровне помех процесс оказывается более или менее чувствительным к помехам, в зависимости от характера помехоустойчивости системы. Так, в случае малой защищенности, возможна ситуация перевода системы из одной устойчивой структуры в другую.

Вернемся к нашему примеру со зверинцем, терпящим крушение. Если несчастье произойдет вблизи границы раздела суши и воды, то любые внешние возмущения могут стать полезными либо для водных жителей, либо для сухопутных.

Несколько иная ситуация складывается, если катастрофа произошла вблизи границы раздела суши и воды, но сама эта граница непостоянна. В этом случае уже имеет место «не чистое» состояние. То есть в зависимости от того, чего окажется больше, воды или суши, для одной части животных сложатся более благоприятные условия, чем для другой. В результате у нас получается смешанное состояние. Такое «смешанное» состояние имеет преимущества для дальнейшего. Например, если в итоге все будет залито водой или наоборот, вода отступит, жизнь не прекратится.

Такое промежуточное состояние можно назвать «мутацией». Учет мутаций может привести к качественному изменению поведения, что является следствием недостаточной грубости (помехоустойчивости) системы. Это означает, что процесс отбора вообще не имеет места. Он в этом случае не является помехоустойчивым.

Отметим, что при учете помех ни один процесс не ведет к образованию абсолютно одинаковых структур. Всегда сохраняется малая неоднозначность.

Когда система находится в неустойчивом состоянии (в нашем примере – на границе раздела), малые случайные отклонения приводят к большому эффекту. Таким образом, инициатором возникновения информации здесь можно считать случайность. Но на самом деле причина, все-таки, в неустойчивом состоянии системы. Потому что, когда система находится «вдали» от неустойчивого состояния, те же флуктуации не дают «катастрофического» результата. Вывод о роли неустойчивости является достаточно общим и относится не только к рассмотренной выше конкретной простейшей модели. Любая динамическая система, способная к повышению своей информации, должна проходить в своем развитии через неустойчивые состояния.

### 2.3. Дивергентная фаза эволюции

Итак, на конвергентном этапе развития у нас сформировалась система однородных структур. Что далее? Теперь, на дивергентном этапе развития, у нас должны возникнуть несколько различных систем на базе единого предшественника.

Для понимания этого этапа нам надо ответить на два вопроса. Первый – указать причины перехода к дивергентной эволюции, т. е. те факторы, которых не было раньше и которые появились к началу дивергентной фазы. И второй – предложить механизм, обеспечивающий дивергентную эволюцию. Этот механизм должен возникать на основе уже достигнутого и не препятствовать выполнению прежних функций.

Непосредственной причиной перехода к новому этапу являются истощение ресурсов, общих для простейших социальных систем, и необходимость перехода на обеспечение новыми типами ресурсов.

Отсюда ясны трудности, возникающие при рассмотрении возможного механизма дивергентной стадии. Вероятность ее случайного начала маловероятна.

Возникновение новой системы с новыми функциями за счет последовательного накопления изменений, каждое из которых закрепляется в системе в результате воспроизводства, также невозможно. Действительно, в процессе развития закрепляются изменения (т. е. новая информация), дающие эволюционные преимущества. Малые изменения в функционировании структур только тогда дают преимущества, когда они ведут к количественному улучшению функций уже имеющихся структур. Такой процесс можно назвать микроэволюцией, и он существенен в конвергентной фазе. В данном же случае речь идет о качественно новой функции, которая может появиться только в результате многих изменений, каждое из которых в отдельности не давало эволюционных преимуществ на этой фазе. Иными словами, для появления структуры с новой функцией необходимо, чтобы произошел качественный скачок («большой скачок»), который можно назвать актом макроэволюции.

Например, имеется ряд предприятий, близких по параметрам и выпускающих одинаковые товары. Вдруг на порядок подорожали энергоносители. Те предприятия, которые функционируют в теплых краях либо имеют наработки по энергосбережению, выживут. Но это уже будут разные по механизму энергосбережения предприятия, т. е. существенно разные предприятия.

Можно представить себе реалистический и не маловероятный процесс образования новых информационных систем. Вот его основные этапы. Еще до того, как произошли радикальные изменения внешних условий, в исходной системе происходила наработка новых свойств, которые не давали преимуществ в этих условиях, но все же были

разными в разных системах. То есть за счет мутаций происходило изменение внутренних структур ассоциаций из многих тождественных информационных систем, но не во всех частях. Можно (но не обязательно) предположить далее, что внутренние структуры их объединяются, образуя систему из многих повторов. Благодаря этому возникала возможность получать (за счет мутаций) структуры с новыми функциями, но сохраняя вместе с тем структуры с прежней функцией.

Основная идея решения проблемы: для получения систем с новой функцией при наличии систем с прежними (хотя и качественно иными) функциями можно использовать большую часть информации, заложенной в прежних системах. Иными словами, все системы, несмотря на различие функций, в чем-то одинаковы. В результате упомянутых процессов могли образоваться разные информационные системы, обладающие одинаковыми структурами, но содержащие элементы, способные перерабатывать разные ресурсные источники.

#### 2. 4. Силовое и параметрическое переключение

В технических устройствах прием информации, как правило, осуществляется с помощью электрического или светового импульса. Энергия импульса должна быть больше некоторого уровня, чтобы перевести приемник из одного устойчивого состояния в другое.

В теории динамических систем такое переключение за счет сторонних сил называется *силовым*. Наряду с ним существует и используется другой способ переключения – *параметрический*. Суть последнего в том, что на некоторое (конечное) время параметры системы изменяются настолько, что она становится моностабильной (то есть одно из ранее устойчивых состояний становится неустойчивым). Система начинает двигаться к ближайшему оставшемуся устойчивому состоянию. После того, как она пройдет границу раздела этих состояний, параметрам возвращают их прежние значения, система становится опять бистабильной, но она уже находится в области притяжения нового состояния.

Пусть система может находиться в двух устойчивых состояниях. Например, общество может быть демократическим и тоталитарным. Допустим, система устойчиво функционирует в одном из режимов. Как будет происходить силовое переключение?

Сначала следует добавить элементы того режима, в который мы хотим перевести систему. Ясно, что придется добавить достаточно большое количество этих элементов, чтобы размыть устойчивость предыдущего режима существования системы и чтобы в ней начался процесс перехода в новое состояние. Причем, важно следующее. Как только будет достигнуто критическое состояние, система уже сама,

без всякого внешнего принуждения, организуется во втором состоянии и сама очистится от элементов предыдущего режима.

Так при переводе общества от «демократии» к «тоталитаризму» нам надо будет «изолировать» основных адептов старого режима, начать либо уничтожение, либо модернизацию основных политических институтов. Таким образом, мы будем пытаться сделать неустойчивыми основы существующего режима и создать устойчивые условия для нового. В результате, наша система начинает движение к новому устойчивому состоянию. При этом надо иметь в виду, что это силовое воздействие нужно не в течение всего времени полного перехода от одного устойчивого состояния ко второму. Допустим, достигнуто некоторое критическое состояние, при котором система потеряла устойчивость предыдущего режима, но еще не вошла в область притяжения нового. Тогда при малом толчке в нужном направлении она уже сама, без всякого внешнего принуждения, организуется во втором состоянии и сама очистится от элементов предыдущего режима без всяких дополнительных внешних затрат, за счет появления внутренних ресурсов в новом устойчивом состоянии.

Эта ситуация (с точки зрения математической модели) эквивалентна ситуации выбора в режиме насыщения по ресурсам. В исходном состоянии она соответствовала ситуации, когда первый режим имел существенные преимущества по сравнению со вторым режимом. По мере добавления элементов второго режима, мы ухудшали преимущества первого режима. Критическая ситуация возникла, когда мы добились того, что ни один из режимов не имел преимуществ. И после этого малая добавка нужных элементов сделала второй режим более предпочтительным. Далее система сама сделала то, что нужно. Необходимое для этого количество добавляемых элементов второго режима должно быть достаточно большим. А время, которое нужно затратить на изменение соотношения элементов, будет тем меньше, чем больше энергии и ресурсов мы затратим.

В случае параметрического перехода мы изменили параметры функционирования системы или параметры внешней среды. При этом уменьшается объем области существования первого состояния. И, в конце концов, точка неустойчивого равновесия начинает совпадать с устойчивым состоянием первого режима. В результате он становится неустойчивым и вся система начинает эволюционировать к единственному устойчивому состоянию – второму режиму. После того, как система пройдет состояние неустойчивого равновесия, параметры можно вернуть в прежнее положение. Ситуация вернется в исходное состояние, но наша система будет продолжать свое движение к устойчивому режиму два.

В отличие от предыдущего случая, время воздействия в данном случае не может быть очень малым. Оно должно быть больше времени, необходимого системе для прохождения до критической точки. Подчеркнем, что при таком способе управления в течение всего времени переключения система по существу перестает быть триггерной (т. е. системой с двумя устойчивыми положениями). Имеется всего одно устойчивое стационарное состояние, к которому и стремится изображающая точка.

Представляет интерес сопоставить основные характеристики силового и параметрического переключений. Для силового переключения необходимо мощное импульсное воздействие – удар, в то время как параметрическое переключение может (и должно) вестись в существенно более мягких условиях. Напрашивается вывод: параметрическое (неспецифическое) переключение более удобно и целесообразно, чем силовое.

В технике применяется преимущественно рецепция информации за счет силового переключения. В социальных системах, напротив, преимущественно используется параметрическое переключение. Последнее может быть достигнуто неспецифическими факторами. Иными словами, неспецифические факторы могут играть роль переключателей – носителей рецептируемой информации.

Правда, само состояние может нас не устраивать. Не очень большими усилиями устойчивое состояние делается неустойчивым и общество само, как целое, переходит в новое устойчивое состояние. В конце 80-х в России были созданы такие условия, что общество само выкатилось из предыдущего состояния и скатилось туда, куда скатилось. Но вот, что оно попадет в то состояние, в котором оказалось, конечно, не предполагалось.

## **2. 5. Иерархия уровней информации в развивающихся системах.**

Первоначально человек мало знает, но имеет широкий спектр возможностей, реализация которых определяет его будущее. Но вот он начинает осваивать речь, рецептируя информацию о языке от своего окружения, преимущественно от родителей. Язык уже накладывает определенное ограничение. Далее, он начинает приобретать определенные профессиональные знания, но при этом ограничивает диапазон своих дальнейших путей развития. Сделав свой выбор и овладев специальностью, человек в дальнейшем может неоднократно выбирать, в каком направлении приложить усилия. При этом новый выбор возможен только на основе прежних, более ранних, так как он делается человеком, владеющим не только языком, но и специальностью.

Каждый выбор делается либо случайно, либо под влиянием внешних событий, которые, часто, не явно выражены.

Ценная информация, которой мы пользуемся повседневно и которую порой генерируем, принадлежит верхнему уровню. Для ее восприятия или генерации необходимо владеть языком (хотя бы одним) и определенными знаниями, в зависимости от профессии, т. е. обладать определенной компетенцией.

Каждый раз выбор делается с целью, которая ставится в данный момент, она и определяет ценность информации. Однако, все промежуточные, сиюминутные цели подчинены одной главной цели.

Таким образом возникает определенная иерархия информации, при этом компетенция – это информация, содержащаяся в системе на данном уровне, необходимая для рецепции (или генерации) информации на следующем уровне.

В развивающейся системе необходимость выбора возникает тогда, когда она приходит в неустойчивое состояние. В простейшем случае выбор делается из двух вариантов.

После сделанного выбора система развивается устойчиво вплоть до следующей неустойчивости. Здесь снова делается выбор, но уже из другого множества вариантов. Это множество зависит от результата первого выбора. Если система в своем развитии еще не дошла до первого этапа, то вопрос о выборе варианта на втором этапе вообще теряет смысл. Иными словами, информация первого перехода является компетенцией для второго и всех последующих уровней.

Соответствующая компетенция создает то множество, из которого делается выбор для последующего.

Особого внимания заслуживает ситуация, когда множество вариантов на следующем уровне еще не сформировано, хотя цель уже поставлена. Именно так обстоит дело, когда речь идет об исследовании и описании нового явления. Тогда поступающая извне информация не помогает сделать выбор (поскольку выбирать еще не из чего), но может помочь сформировать нужное множество. Далеко не каждый может ставить задачи, даже имея достаточное количество информации. В этом помогает наличие «посторонней информации», которая относится к другим задачам. При достаточной компетенции исследователь может переработать эту информацию и сформулировать нужное множество, содержащее всего два варианта, таких, что выбор одного из них приближает к достижению цели. Когда вопрос сформулирован, становится понятным, какая информация будет ценной для его решения.

Существует ситуация, когда на информацию базового процесса накладывается некая дополнительная информация, при этом вводятся не дополнительные элементы, а те же, что и для базового процесса. Принцип наложения информации уже давно известен и используется

в искусстве, например, в каллиграфии. Мы буквами создаем текст, буквы которого создают некоторый рисунок, несущий дополнительную информацию. Но наложение дополнительной информации на основную возможно, если текстовая информация избыточна и надежна; иными словами, если слабые, но заметные искажения не препятствуют ее рецепции (например, прочтению текста).

## 2. 6. Возникновение алфавита

Для того, чтобы показать, как работает описанный нами механизм выбора и отбора на конвергентных и дивергентных фазах развития, рассмотрим процесс формирования алфавита.

В современном обществе информация о соответствии между звуками и их символами – буквами обладает большой условной ценностью. Вероятность ее случайного возникновения исчезающе мала. Поэтому процесс эволюции прошел ряд этапов, вероятность которых достаточно велика.

Образование алфавита – это процесс постепенного накопления ценной информации. Как говорилось выше, наиболее ценна та информация, которая ведет к цели оптимальным образом. Какова же цель письменности? Быть адекватной устной речи и служить для ее фиксации и сохранения.

Начнем с того момента, когда возник устный язык. Тогда считалось, что слова и предметы, ими обозначаемые, имеют определенную связь. Остаток этого представления существует и сейчас. Мы боимся что-либо произносить, чтобы «не сглазить». В более ранние времена был запрет называть людей их истинным именем, а еще ранее нельзя было называть тотемы и т. д. Представление о связи слов и предметов подкреплялось еще и тем, что когда у нас не хватает слов, мы начинаем гримасничать и жестиковать руками, изображая то, что мы говорим словами.

Если угодно, это предыдущая дивергентная фаза развития письменности, итогом которой стал качественный скачок: стало понятным, что слова можно отображать не только голосом, но и с помощью картинок – логограмм.

Как мы помним, на первом этапе конвергентной фазы развития идет процесс выбора. Это проявлялось в том, что эти логограммы каждый мог изобразить так, как считает нужным. Но сохранялись лишь те, которые признавались за таковые некоторым сообществом. Иначе они не стали бы выполнять коммутативную функцию в сообществе людей. К этим знакам нужен был бы автор, чтобы он мог их растолковать. Ясно, что таким образом принимались далеко не оптимальные варианты их начертания.

Каждый иероглиф содержал большую и ценную информацию. Вероятность случайного возникновения иероглифа крайне мала – не зная и никогда не видя предмета, невозможно угадать его изображение, тем более упрощенное. Однако вероятность рецепции информации об иероглифе из окружающей среды уже не мала, а порядка единицы.

Выбор был обусловлен техникой изображения этих иероглифов (на глине, дереве, или краской и т. д.), а также удобностью (экономностью и однозначностью восприятия) создаваемых логограмм.

Сами иероглифы претерпели ряд качественных изменений (появление логограмм, обозначающих действие, выражение разных других грамматических форм, однозначность восприятия, появление скорописи и т. д.). Мы же, чтобы не тратить время, обратимся сразу к следующему важному этапу – появлению слогового письма.

Согласно нашей модели, процесс появления слогового письма появился на дивергентной фазе развития на базе большого количества логограмм. Но при этом уже существовали сложные логограммы, состоящие из набора простых и служащие, например, для передачи на письме имен собственных, либо «иностранных» слов. На этой фазе возник качественный скачок – читать (произносить) не всю логограмму, а только часть (слог). Следует отметить одно важное обстоятельство. Если в обществе не существует общего языка, как, например, в Китае, то нет условий для перехода на эту фазу развития. Если такие флуктуации будут появляться, то они очень быстро будут вымирать, не находя широкого применения и поддержки.

На конвергентной фазе развития стали формироваться различные способы написания слогов, и в результате – создание необходимого набора слогов, адекватных устной речи.

На следующей дивергентной фазе развития, сравнивая разные слоги, обнаружили, что можно их существенно уменьшить, оставив обозначения только для звуков. При этом возникла проблема с гласными, потому, что их выделить не всегда удавалось. Они делали речь плавной, в то время как согласные создавали в ней скачки.

Далее на конвергентной фазе стал отрабатываться алфавит. Так, например, из иероглифа, обозначающего быка, появилась буква ивритского алфавита «алеф», что значит «бык». Из иероглифа, обозначающего верблюда, – буква «гемал» и т. д.

И вот теперь наступила очень интересная фаза развития алфавита. А именно, передача информации от одной языковой системы другой. Если она попадала в среду, созревшую для ее восприятия (достигшую определенной фазы развития) и уже владеющую общим языком, то алфавитная система, как наиболее приспособленная, вытесняла существующие зачаточные системы письма. Так, например, греки восприняли свой алфавит на основе иврита. На греческом языке «альфа» и

«гамма» ничего не значат, но название букв сохранилось, исказившись в новой языковой среде.

Каждая буква сама по себе теперь уже ничего не означает, а предмету сопоставляется сочетание букв – слово.

Таким образом, появились алфавит и грамматика. Информация, заключенная в них, может иметь ценность, только если имеется (или имелось) сообщество людей, использующих данный язык. Информация, возникшая при таком выборе, вначале не является ценной. Эта ценность возрастает по мере увеличения числа людей, использующих именно этот вариант (а не другой, возможный).

Процесс превращения иероглифической письменности в алфавитно-грамматическую неоднозначен и допускает несколько (даже много) вариантов. Однако в каждом языке выбирается преимущественно один какой-либо вариант и альтернативные отсеиваются; в противном случае язык теряет коммуникативную функцию.

Отсев альтернативных вариантов происходит в результате общения. (Общение здесь понимается в широком смысле, в частности, становление единого языка в обществе порою сопровождалось войнами.) Подчеркнем, что этот процесс динамический, вероятность, что нечто произойдет, в зависимости от характера общения, равна либо единице, либо нулю (в последнем случае общий язык не возникнет и общество распадется). Из изложенного следует, что возможен процесс, в котором вероятность спонтанного возникновения ценной информации не мала (т. е. порядка единицы). Причем, с течением времени, ценность информации, возникшей в системе, может повышаться (с практически нулевой до максимальной), благодаря взаимодействию данной системы с другими. Основные этапы этого процесса таковы.

1. Образование информационной системы, еще не содержащей ценной информации.

2. Совершенствование системы на основе элементов, способных к непосредственной рецепции информации (прямое узнавание, возникновение иероглифов).

3. Выбор одного из возможных вариантов и отсев альтернативных.

С развиваемой точки зрения современные алфавиты возникли в результате ассоциации большого количества слов (иероглифов) с последующей мутацией их. Воспоминание о блочном происхождении должно сохраниться в виде корреляций между буквами и иероглифами. При этом надо иметь в виду, что для социальных систем возможна передача информации более высокого уровня системам более низкого. То есть, возможен процесс научения.

Факторы, влияющие на дифференциацию и структурообразование, можно назвать индукторами, а само явление – индукцией. Индукторами могут быть самые разнообразные элементы и факторы, самого

разного происхождения. В том числе, переключение структур нижнего уровня может произойти в результате контакта со структурами более высокого уровня (получения от них информации). Это происходит только в том случае когда, во-первых, система более низкого уровня готова к этому и, во-вторых, новая система приживется в своем новом окружении. Грубо говоря, не все новшества полезны.

При нормальном течении процессов дифференциации и структурообразования индукция тоже имеет место. На ранних стадиях развития индукторами служат внешние параметры среды. На более поздних стадиях индукторами служат структуры, уже сформировавшиеся ранее. То есть, например, развитие общества требует определенного уровня его образованности. Ясно, что это будет способствовать развитию образовательных структур. Если этого не произойдет, то не будет реализована и цель другой структуры.

Способность структур переходить к следующей стадии развития (степень ее подготовленности к этому) можно назвать *подготовленностью*.

Следует иметь в виду, что по мере развития способность систем к переключению уменьшается, так как это требует все больших и больших энергетических затрат.

Нечто похожее происходит и в процессе эволюции социальных систем. Сопоставляя процессы формирования структур, процессы их эволюции и дальнейшей трансформации, можно отметить следующее. В эволюции систем, так же как в эволюции более высокого уровня, имеет место смена дивергентных и конвергентных стадий. Но есть и особенность. Например, структуры в конвергентной фазе не отмирают, а перестраиваются. Это означает, что механизм конвергентных фаз основан не на отборе и вымирании, а на переключении. И вообще, *в государстве целесообразнее не уничтожать готовые «нежелательные» элементы, а препятствовать их появлению*.

Переключение может быть двух разных типов. Во-первых, обратимое переключение, которое может осуществляться при жизни структуры и неоднократно. Во-вторых, блокировка – необратимое (в течение жизни структуры) переключение, которое происходит при делении исходной структуры.

Существует механизм, который можно назвать «социальной бюрократией», имеющий целью затруднить переключение и тем предохранить структуру от слишком поспешных решений. При этом принцип регуляции остается прежним: подавление развития не нужных в данных условиях элементов. Параметры модели (например, порядок подавления) могут существенно различаться. Новым элементом у развитых систем, возможно, является эффект блокировки, который наиболее выражен у сложных систем.

В случае мультистационарного режима, подавление некоторых элементов структур возникает, когда системы, выполняющие эти функции, связаны альтернативно. При этом продукт каждой из систем является подавляющим для других, так что при достаточно сильном подавлении может работать только одна из систем (другие при этом заблокированы).

Важную роль в развитии играет динамика ресурсов. Выедание «своего» ресурса и обогащение пространства «чужим» способствуют переключению структуры в иной режим работы. Пусть среда состоит, например, из двух ресурсов, утилизировать которые могут две разные структуры соответственно. Тогда «бурная» деятельность одной из систем «расходует» свой ресурс и тем самым увеличивает относительную долю ресурса для второй системы, делая последнюю более жизнеспособной и не жизнеспособной первую. Это значит, что если вы хотите победить, то дайте возможность, как можно более активно, действовать конкуренту.

Такая ситуация способствует более эффективному переходу в дивергентную фазу. Так как такой переход возникает не в любой момент, а лишь в моменты исчерпания исходных ресурсов, связанные с накоплением большего числа структур. В такие моменты теряется устойчивость систем к информационным изменениям. Это означает потерю устойчивости к внешним воздействиям, в частности, к действию различных индукторов. Это связано с повышением уровня потребления жизненно важных ресурсов за счет увеличения жизнеспособных структур.

---

---

## ГЛАВА 3. ОБРАЗОВАНИЕ

### 3.1. Новый этап в развитии образования.

В предисловии к книге «Образование, которое мы можем потерять» отмечается: «...мир сегодня переживает период, когда накоплен колоссальный объем знаний, позволяющих перейти к осуществлению поистине революционных технологических решений.

*Что из этого следует? Что основой развития мира может быть лишь процесс познания, и он доступен только высокообразованному обществу, где труд принимает все более интеллектуальные формы. Отсюда – качественно новые задачи в области образования подрастающего поколения. Именно так понимает мир сегодня свою ответственность вхождения в новый век и новое тысячелетие» [206].*

Считается, что сейчас в мире идет процесс перехода из индустриального общества в постиндустриальное. Одно из отличительных его свойств – особая роль образования. Более того, в этом обществе возникает неравенство не между бедными и богатыми, а между образованными и не образованными. Соглашаясь с этим, заметим, что, на наш взгляд, грядут более глобальные преобразования. А именно, переход в «эпоху великого отказа» [110, 272], или «эпоху разумного потребления» (более адекватное ее название).

В настоящее время у общества существуют две основные проблемы, остальные кризисы есть производные этих двух. Речь идет о перенаселенности земли и о господствующем способе существования общества – избыточном потреблении. В соответствии с этим одной из главных задач сегодняшнего дня является создание ресурсосберегающих технологий, а также приобретение любых знаний, навыков или традиций, которые могут быть использованы для создания оптимальных условий существования человека в новых условиях. [57]

Сегодня стало ясно, что ресурсов земли на всех не хватает, и проблема еще больше усугубляется неоднородностью распределения того, что есть. Такая ситуация не может продолжаться долго. Если не будут приняты меры, и в первую очередь – в образовании, то человечество может и не выжить. А роль образования здесь двоякая. Во-первых,

оно воспитывает новый тип мышления, адекватный новым условиям, с переходом от парадигмы безудержного потребления к парадигме выживания. И, во-вторых, дает конкретные знания для создания новых технологий, адекватных новому сценарию развития. Именно поэтому можно говорить о переходе к образовательному обществу.

Период индустриализации ставил одни задачи для образования, эпоха «разумного потребления» – другие. Причем, каждая смена периодов развития общества – это качественный скачок, подобный фазовому переходу.

Сегодня скорость смены технологий и образцов происходит несколько раз за одно поколение. Иначе говоря, начав учиться в одном мире, к окончанию учебного заведения человек попадает в другой мир – и уже надо переучиваться. Поэтому и выдвигается тезис о необходимости непрерывного образования. Иначе говоря, если раньше было достаточно процесса обучения (процесс организации), то теперь на первый план выходит самообучение (процесс самоорганизации). Требуется не просто транслировать прошлый опыт, а совершить качественный скачок.

Если раньше шел процесс дифференциации знания, а он был необходим из-за сложности объекта изучения – Природы, то теперь для нормального обучения должен идти процесс интеграции знания, но с сохранением и дифференциации. Причем, последнее уже не может быть определяющим. Так для «гуманитариев» достаточно знать о процессах, изучаемых естественными науками, с помощью предмета «Концепции современного естествознания», а «естественникам» надо давать представления об общественных науках в виде интегративного предмета «Концепции современного гуманитарного знания».

Это требует не только все большего и большего количества квалифицированных специалистов в самых разных областях человеческой деятельности, но и постоянного повышения **гибкости системы образования**. Последнее обстоятельство связано со стремительным возрастанием информационного содержания имеющихся технологий при их почти неизменном уровне, оцениваемом с точки зрения ресурсосбережения. Это, в свою очередь, приводит к девальвации накопленной ранее информации и ставит ряд принципиально новых задач, таких, например, как сопряжение деятельности специалистов из разных областей и даже разных поколений или выделение ключевых направлений, на которых сосредотачиваются основные усилия.

Но при этом следует избегать двух крайностей. Первая – идея «золотого ключика», который открывает путь к счастью. Это стремление найти одно решение сразу для всей страны. А Россия очень большая страна с разными природными и социальными условиями. И следует искать спектр подходов, каждый из которых решает только часть проблем, но в совокупности получается полное решение.

Вторая ошибка обратная: стремление решать каждую возникающую проблему по отдельности. А следует искать решение, имея в виду, что решается некоторая общая проблема. Тогда сложности отдельных проблем частично компенсируют друг друга. Например, если решать проблему эффективности начальной, средней и высшей школы по отдельности, то появляется много трудностей. Но если государство осознает задачи своего развития, то возникает система иерархии задач, которым подчинена вся система образования.

Неправомерно чрезмерно усложнять модели, вводя большое число параметров развития. В рамках нелинейного стиля мышления показано, что описание большинства сложных социальных систем возможно с помощью небольшого числа параметров (так как эти задачи, как правило, допускают редукцию сложных систем и создание относительно простых базовых моделей), эволюция которых и дает представление об общих тенденциях развертывания этих систем. Они называются параметрами порядка.

### 3.2. Роль государства. Формирование цели

На заседании Государственного Совета РФ, состоявшемся 29 августа 2001 года, Президент Российской Федерации В. В. Путин отмечал, что сегодня система образования еще плохо ориентирована на рынок труда. В итоге, людей с высшим образованием у нас много, а современных настоящих специалистов катастрофически не хватает. И крупные компании платят огромные деньги, привлекая специалистов из-за рубежа.

Далее он посоветовал, что до сих пор в точности не известно какого вида, качества и в каком объеме образовательные услуги действительно необходимы стране и ее экономике. Призвал ориентировать образование на реальные потребности экономики государства, относиться к образованию не как к накоплению знаний, а к умению учиться, т. е. самому воспринимать знания, успевать за переменами.

На встрече с руководством Российской Академии наук 3 декабря 2001 года В.В. Путин поставил перед российским научным сообществом две задачи в качестве ключевых. Первая – поиск и научное обоснование путей перехода экономики страны от нынешней сырьевой ориентации на инновационный путь развития. Вторая – экспертиза государственных решений.

Но это пожелания главы государства, а что же мы имеем на деле?

Выше мы говорили, что в социальных системах информация приобретает ценность только тогда, когда появляется цель. А откуда она берется? Именно государство ставит задачу высшему образованию, а

уже оно, в свою очередь, ставит задачу среднему. Государство не просто дает пожелания, на чем следует сосредоточиться высшему образованию, а проводит финансовые и организационные мероприятия для того, чтобы высшее образование сосредоточилось на избранных направлениях.

И при этом следует понимать, что те мероприятия, которые будут проводиться сегодня, дадут результаты с задержкой, как минимум, в несколько лет. Кроме того, экономика должна быть восприимчива к инновациям. Рассчитать и организовать всю эту цепочку по силам только государству. В противном случае, различные нестыковки приведут к ненужным тратам и неполучению нужного результата. А в сегодняшних условиях глобального кризиса и нестабильности расплачиваться за это придется выживанием страны.

Сегодня много разговоров идет о процессе глобализации, но при этом не говорится, что в результате его реализации произойдет дифференциация стран. Обычно различают три типа государств. Большинству из них, на сегодняшний день еще решающих проблемы перехода к индустриализации, уготована судьба стран, которые будут заниматься сельским хозяйством, «грязными» производствами, добычей минеральных ресурсов. Вторую, гораздо меньшую группу, составят индустриальные страны, у которых в основу экономики положены наукоемкие технологии – микроэлектроника, вычислительная техника, биотехнологии, высокие химические технологии. Но вершину пирамиды займут страны, основным продуктом которых будут создаваемые там новые технологии и новые идеи. И Россия, которая еще недавно была индустриальной страной, теперь уверенно переходит в ранг «большинства», к доиндустриальному развитию.

Нет реальных шагов властей к сохранению страны хотя бы во второй группе государств. Ведь для этого надо уделять внимание образованию и науке не на словах, а на деле. Именно высшая школа – основной элемент успешного развития государства, только она дает возможность переходить от одних ресурсов к другим, от добычи ресурсов к производству идей.

Главный вопрос, в ответе на который и должна строиться стратегия образования: кого и зачем мы хотим учить? А ответ лежит в стратегии развития государства.

Сегодня предлагается основными целями образования сделать «воспитание самостоятельности, правовой культуры, умения сотрудничать и общаться с другими, толерантности, знания экономики, права, менеджмента, социологии и политологии, владения иностранными языками». Такие цели можно ставить, если считать, что высокопрофессиональные специалисты, которые будут решать те проблемы, которые позволят стране выйти на соответствующий уровень, у нас появятся сами собой из ничего, либо откуда-то приедут.

Президент определил эффективность, доступность и качество образования как главные приоритеты. Но не пояснил, для решения каких задач это надо, а потому не ясны критерии, по которым можно оценивать, достигнуты ли нужные результаты.

Отсутствие государственной стратегии приводит к парадоксальной ситуации – в то время как развитые страны концентрируют ресурсы на развитии отраслей, определяющих постиндустриальный технологический уклад, в нашей стране главные усилия уходят на поддержание «аутсайдерских» технологических ниш. А это и есть путь в страны-аутсайдеры.

Сегодня много говорят об успехах советского образования. А ведь это результат правильно поставленной государством задачи для образования. Когда в СССР, в 30-х годах, стояла задача индустриализации страны, то в решениях ЦК ВКП(б) того времени так и было указано, что важнейшая задача школы – готовить молодежь к поступлению в вузы, которые в то время были преимущественно техническими, для решения задач индустриализации. Именно тогда появились олимпиады, как метод поиска талантливых детей. Вот это было ясной формулировкой задачи, отвечавшей нуждам того времени (индустриализации).

Сегодня у нас общее среднее образование, хотя достаточно много детей не учатся. Происходит это по разным причинам. А все ли могут окончить среднюю школу? Все, если понижать планку требований. Но ведь всем дается одинаковый аттестат. Всех ли надо учить одинаково? В начальных классах, конечно, да, но потом нужно разветвление по профилям и способностям. Когда и по каким профилям? Все ли должны проходить полный школьный курс? Пока не сказано, какие цели преследуются, обсуждение теряет точку опоры. Кстати, если не все могут освоить программу средней школы, то требовать общего высшего образования тем более бессмысленно. Это можно достигнуть, только снизив требования, что ничего не принесет, кроме вреда. Государство должно вновь взять на себя важнейшую функцию – функцию целеполагания в области экономики и социального развития. Это требует принципиально иного уровня координации по сравнению с нынешним, гораздо более высоких требований к прогнозу и мониторингу социально-экономической системы.

Сегодня отсутствие на государственном уровне серьезного прогноза динамики мировой техносферы, анализа возможных сценариев участия России в процессе глобализации, геоэкономического анализа, технологического прогноза будут приводить к утрате инициативы и перспективы, к ряду необоснованных шагов, препятствующих выходу России в число стран хотя бы второго уровня.

Следует обратить внимание на еще один момент в образовании, роль государства в котором имеет большое значение. Образование имеет две неразрывные стороны: обучение и воспитание.

Сегодня в массовом сознании шкала ценностей такова, что очень низок рейтинг научных и образовательных систем. Считается, что одним из самых существенных недостатков среднего образования в нашей стране является низкий уровень нравственного воспитания учащихся. Эта проблема является очень актуальной, если мы действительно хотим построить правовое демократическое государство. Но при этом надо понимать, что одних усилий школы здесь недостаточно. Какой результат будет, если СМИ всех уровней пропагандируют антисоциальное поведение, если основной критерий, внедренный в общество академиком Шмелевым – «Нравственно все, что приносит доход»? Согласно этому критерию, два главных авторитета для ребенка, родители и учителя, находятся на грани выживания и перестают быть таковыми.

Естественно, что в процессе образования, помимо учителя и ученика, еще задействована окружающая среда. Например, успевающий школьник, помогающий своим товарищам, приобретает сам более глубокие знания, так как пытается объяснить их другим. Или другой пример. Ученику рассказывают на уроках об этических нормах, а он приходит домой, включает телевизор и получает совершенно другие нормы. Учитель не может не учитывать происходящие в окружающей среде изменения. Правда, иногда это принимает удивительные формы. Например, преподаватели атеизма становятся преподавателями религиоведения, научного коммунизма – специалистами по строительству капитализма и т. д. Именно учет влияния среды позволяет рассматривать трехкомпонентное взаимодействие субъектов образовательного процесса как единый процесс целенаправленного формирования личности ученика, не разделяя воспитание и образование. Среду можно рассматривать как информационный компонент образовательного процесса, структурированный так, что он сам оказывает активное воздействие на другие субъекты образовательного пространства. Иначе говоря, среда – это информационное поле, а учитель и ученик – приемники, накопители и трансляторы информации.

Содержание и организация информации, которой владеют учитель и ученик, определяется жизненным опытом, а у педагога еще и профессиональными знаниями. При существующих качественных и количественных различиях информации, которой владеют оба субъекта, они постоянно подвергаются воздействию внешней информации. Она может рассматриваться как шум, из которого черпается «ценная» информация, определяемая целями каждого субъекта. При этом, в процессе обучения, у ученика и учителя есть комплементарные цели. Целью ученика является его собственное развитие, а учителя – обеспечение этого развития. В рамках этих целей и идет процесс их взаимодействия со средой, что позволяет рассматривать ее как активного субъекта образования. Она начинает управлять, определять другие субъекты, требовать их изменений, проводит селекцию их состояний.

Если рассматривать процесс обучения как перенос некой структуры порядка от учителя к ученику, то среда может быть либо усилителем, либо, наоборот, ослабителем этих тенденций.

Когда уровень «компетенции» ученика не позволяет принять транслируемую ему форму «порядка», он отбирает то, что соответствует его возможностям, склонностям, создавая к этой форме определенное отношение, которое, в свою очередь, формируется под действием внешней среды.

Учитель, в соответствии со своими возможностями и интересами, представлениями, определяет и предлагает ученику спектр возможных форм упорядочивания в зависимости от «компетенции» учеников, а значит и сам должен постоянно варьировать этот спектр, подбирая оптимальные варианты. И не последнюю роль в этом играет информационная среда. То есть идет процесс самообучения учителя в результате взаимодействия с учеником и информационной средой.

Получается динамическое единство субъектов образовательного процесса, а процесс образования – это процесс последовательного изменения отношений ученика и учителя с информационной средой, представление о которой меняется в процессе взаимодействия.

Именно в этой триаде имидж информации, имеющий двусмысленности и двусмысленности, увеличивается при рецепции.

### 3.3. Неоднородность образования.

Большинство подсистем системы образования имеют большую неоднородность.

Учащиеся имеют разные способности. По уровню ВВП на душу населения отдельные регионы различаются более чем в 20 раз [241], и, естественно, вкладывают разные средства в образование. Разные возможности у городского и сельского образования. Неоднородна система ВУЗов. Есть элитные учебные заведения, куда вкладывается много сил и средств. Есть большое количество заведений среднего уровня, решающих задачи получения гражданами массовых специальностей. И есть ряд вузов, слабо соответствующих требованиям образования из-за недостатка кадров и средств. Не одинаковы по способностям и знаниям преподаватели...

То есть система образования – многомерная система, которую, условно, можно разбить на набор «ячеек» с близкими свойствами.

Если проанализировать распределение учащихся по способностям, то плотность распределения вероятностей в этом случае будет гауссовой<sup>1</sup>. Распределение по успеваемости тоже будет гауссовым, но не

<sup>1</sup> В начале 19 века Карл Гаусс установил, что сумма независимых, одинаково распределенных случайных величин подчиняется вполне определенному закону, позже названному

совпадающим с первым, так как, например, часть учащихся, по своей ли воле или в силу внешних обстоятельств, будет показывать знания хуже, чем их потенциальные возможности.

Неоднородность исходного распределения (разных учеников по способностям) требует дифференцированного подхода к их образованию. (Равенство – это когда большому и маленькому дают не одинаковую порцию, а в соответствующей пропорции.)

Возможно ли дать полноценное образование и не перегрузить занятиями? Тут многое зависит от того, что считать полноценным образованием. Различия в способностях, а также в жизненных целях, желаниях и готовности трудиться, не меньше, чем различия по росту или по весу. Если учащийся на каком-то этапе получения образования по своей или чужой воле недополучил чего-то, нужного именно ему, у него должна быть возможность продолжить образование в удобной для него форме. Для этого должна существовать система дополнительного образования.

Допустим, мы располагаем тестом, который позволяет качественно оценить некий показатель, характеризующий способности в определенной области. Обозначим его через «а». Методик по определению таких показателей сейчас существует великое множество.

Если нас интересует доля людей, у которых способности ниже этого уровня «а», то ей соответствует площадь под гауссовой кривой при  $x$ , меньших  $a$ .

В результате обучения способности могут улучшиться. Сколь успешно можно это сделать, зависит от целого ряда причин: от желания самого учащегося улучшить свои результаты, от таланта преподавателей и от количества средств, вкладываемых в образование. Последнее, пожалуй, главное. Если учащийся, например, тратит на занятия слишком мало времени, потому что вынужден зарабатывать на жизнь, то он может вообще не достичь нужного уровня. То же касается и преподавателя. Если из-за недостаточной оплаты ему приходится работать на нескольких работах, то вклад в каждую автоматически получается недостаточными. И, наконец, если недостаточно обеспечен учебный процесс (наглядность лекций, оборудование лабораторий, доступность учебников и пособий, количество учащихся в учебных группах и т. д.), то эффективность обучения будет также недостаточной. А ведь время, отводимое на обучение, не учитывает всех этих обстоятельств. И понятно

---

гауссовым. Это распределение лежит в основе множества инженерных расчетов и технических норм. Все инженеры знают, что есть «правило трех сигм». Это правило говорит о том, что с точностью до 0,001 случайная величина отклоняется от среднего значения не более чем на три «сигмы». «Сигма» здесь – среднеквадратичное отклонение.

Согласно исследованиям психологов, способности людей неплохо описываются гауссовой кривой. Качественно это означает достаточно очевидный факт, что большинство людей имеет средние способности.

почему. Если государство не ставит целью образование и спокойно констатирует, что большинство выпускников не собираются работать по специальности, то какая разница, каких успехов они достигнут. В этих условия лишь единицы добьются необходимого уровня компетенции. И это под силу только очень способным, энергичным людям, и главное – прекрасно понимающим, зачем им нужно образование, которое они получают.

До тех пор, пока студент не стал специалистом, «в него» надо вкладывать усилия. Если этих усилий достаточно, квалификация растет. В противном случае студент перестает успевать, начинается «откат» назад. Ученик может работать в двух режимах. Первый – как транслятор того, что ему преподается. Если он не прикладывает достаточно усилий, то коэффициент передачи у него меньше единицы. Эффективность такого образования очень мала. Второй режим – это не просто трансляция полученного знания, а попытка его осмыслить. Это то, что в технике называется обратной связью. И при достаточной активности наступает режим самоподдержания постоянного интереса к получению нового знания, способность к самообразованию.

Одна из проблем массового образования связана с интенсивностью, с которой вкладываются усилия в образование студента. Сегодня она не зависит от уровня знаний данного конкретного студента.

Индивидуальное обучение, с точки зрения общества, имеет значительные преимущества. И студенты, которые не успевают при условии, что институт «стрижет всех под одну гребенку», могут вполне успешно закончить курс и стать полноценными специалистами, если система готова уделить им больше внимания, когда они испытывают затруднения. Однако при этом требуется гораздо более сложная организационная структура, чем в случае традиционного обучения. В этом плане может помочь дополнительное и повторное образование. Но это имеет смысл, если у студента есть резервы способностей. В противном случае трудно достичь успеха.

Большое значение имеет разброс по способностям и по подготовке при формировании учебных групп. Одной из целей вступительных экзаменов и должно быть создание групп учащихся с близкой подготовкой. А образование на первых курсах имеет задачей приведение учащихся к более-менее одинаковому уровню компетенции, для того чтобы они могли более эффективно получать специальные знания на старших курсах, а также отсеивание тех, у кого способностей не хватает для успешного освоения необходимого объема знаний. Таким образом, одна из целей образования – сгладить первичную неоднородность поступающих. При нынешней неоднородности средней школы стартовая подготовка первокурсников очень сильно различается, но на последующих курсах играть начинают индивидуальные способности,

прикладываемые усилия, интерес к будущей специальности. Поэтому критерии усвоения знания на разных курсах должны быть разными. Не следует автоматически экстраполировать стартовые условия на весь период обучения.

Между уровнем подготовки среднего российского школьника и требованиями среднего российского ВУЗа действительно есть барьер. ВУЗу нужен вполне определенный уровень «компетенции» абитуриента. К сожалению, это достигается с помощью репетиторов. В массе своей речь идет не о «гарантированном поступлении», а о том, чтобы доучить то, что не было выучено в школе. Репетиторство – это свидетельство развала средней школы. И решением могло бы быть введение предварительного образования при ВУЗе, где можно было бы дать возможность способным достичь нужного уровня компетенции для обучения в данном ВУЗе. Но репетиторство все равно не отомрет, так как это есть форма индивидуального образования, оно позволяет частично компенсировать недостаток способностей и не устранимо в рамках массового образования.

Таким образом, репетиторство – это оказание «образовательных услуг», как сейчас говорят. И это должно быть узаконено. Тогда репетиторство как форма взятки будет отделено от дополнительной подготовки.

Наличие достаточно высокого уровня «компетенции» при поступлении позволяет учить студентов, как студентов, а не проходить с ними заново школьную программу, чтобы получить нужный уровень «компетенции».

Решение дилеммы – поднять школу до уровня вуза или понизить требования вузов до уровня современных школ – в пользу последнего есть понижение вузовского образования.

После введения ГИФО мы лишимся бесплатного высшего образования. Так как денег, выделяемых по ним, не достаточно для получения нормального образования. Если решается проблема снижения затрат государства на образование, то это достигается. Если же надо получить представление об уровне вуза, то это и сегодня решает вступительный конкурс. И если выпускники ВУЗа востребованы, то исходный конкурс и определяет качество подготовки. Кроме того, если у государства есть цели по отношению к образованию, то важно не куда хотят идти абитуриенты, а какие специалисты нужны государству. Стимулируя нужные специальности финансово и организационно, именно оно определяет, какая информация будет ценной.

Для многих ВУЗов конкурс аттестатов (предлагаемый авторами реформ якобы для выравнивания возможностей выпускников сельских и столичных школ) ничего не дает. Для отбора талантливых абитуриентов в области точных наук это так же бесполезно, как и при отборе талантов для обучения творческим специальностям (музыке, театральному или художественному творчеству).

За последние годы дифференциация в системе вузов значительно возросла. Поэтому структурная политика должна основываться на более подробных и конкретных структурных моделях. В частности, важно учитывать по отдельности структуру гуманитарных и технических вузов, государственных и негосударственных институтов, столичной высшей школы, в которой обучается почти половина всех студентов России, и периферийных вузов, элитарных вузов нового поколения. Это особенно важно, поскольку вузы различаются сейчас очень существенно по материальному достатку обучающихся в них студентов, по планируемой жизненной траектории, по решаемым в ходе обучения задачам.

Есть еще одна проблема в нашей стране. У нас кривая, характеризующая распределение домохозяйств по доходам, двумодовая, что свидетельствует о наличии двух народов, находящихся на территории страны с разными целями и интересами. [321–322]. Двумодовость означает, что у нас существует два типа образования. Сегодня важно не то, богатый ты или бедный, а образованный ты или нет. Наличие двух народов приводит к тому, что качество образования ведет к созданию сословного образования. При этом элитность образования определяется не способностями учащихся, а количеством денег у родителей. Возникают разные уровни подготовки. Разный уровень доступности к знаниям. А равнодоступность к знаниям – элемент равноправия граждан и важный элемент социальной мобильности, элемент справедливой конкуренции.

У нас два народа и поэтому у нас две школы: небольшая доля «элитных» школ, а все остальные стали превращаться в школы для бедных. В стране складывается типичное «колониальное образование», характерное для слаборазвитых стран. Но таланты рождаются в семьях с разным достатком, а искусственное их разделение способствует понижению общего интеллекта нации.

Ниже мы будем говорить об элитном образовании, но понимая под этим получение образования наиболее талантливым, а не наиболее богатым.

Учет неоднородности системы образования важен для правильного управления этой системой. Нельзя пытаться решить эту проблему единым образом. Если ставить задачу получения всеобщего высшего образования, то следует различать три группы ВУЗов. Малая часть – образование для «слабых». Его главная цель – улучшение среднего уровня образованности страны. Снижать уровень образования в части школ и ВУЗов до уровня «массового» можно только при сохранении и развитии системы «элитного» (не по деньгам, а по труду, которым оно достигается) образования.

Наличие таких ВУЗов позволит остальным поднять планку и не ориентироваться на «слабых». Далее идет большое количество ВУЗов,

рассчитанных на получение массовых специальностей. И, наконец, опять малое количество, «элитных» вузов. Они необходимы для нормального расширенного воспроизводства знаний и умений в стране. От этой части ВУЗов зависит и возможность расширенного воспроизводства образования. При такой структуре образования следует, что простых рецептов преобразования системы образования быть не может. В условиях сильного расслоения во многих случаях некорректно говорить о «системе» в целом, – средние цифры могут ничего не значить.

Как определить, какие ВУЗы должны быть элитными? Это решает государство на основе своих приоритетов в развитии и, исходя из этого, определяет то образование, которое для него приоритетно – элитно. Опыт создания такого образования у нас есть. Во время создания ядерного оружия и ракетной техники был создан Физтех с особым режимом преподавания и высокими требованиями при поступлении. Такие вузы организуют и систему предварительной подготовки и отбора своих будущих студентов (олимпиады, заочные и очные спецшколы и т. д.). И все эти затраты оправданы, так как они готовят, по сути дела, «штучный товар».

Естественно, что, когда приоритеты государства меняются, должны меняться и элитные вузы, либо перепрофилироваться существующие. Совершенно недопустимо, когда МФТИ, чтобы выжить, начинает выпускать специалистов, которые идут работать в банк, а не в физику, для чего их и готовили, либо открывает специальности, для которых он совершенно не подготовлен. Получается колка орехов микроскопом. А это неэффективная растрата средств.

(Вообще-то, если судить не по словам, а по делам, то, похоже, правительство вполне устраивает «жизнь с трубы». А это значит, что разговоры об элитном, да и о другом, образовании бессмысленны.)

Когда говорят о дистанционном образовании, то имеют в виду Интернет. А ведь в СССР система дистанционного образования существовала давно. Это система заочных математических и физических школ, а также система олимпиад, ряд туров которых был заочным.

Для работы этих специализированных школ и для проведения олимпиад требуется сотрудничество научных учреждений, ВУЗов и школ. Требуется создание интернатов для школьников при элитных ВУЗах для привлечения одаренной молодежи со всех уголков страны. Очень важно воспитывать у будущих студентов элитных вузов умение заниматься самообразованием, то есть умение трудиться, так как одного таланта недостаточно. А это значит, что в стране необходим выпуск литературы для самообразования, издаваемой массовым тиражом, нужны журналы, позволяющие вести самостоятельную, заочную (пусть не столь эффективную, как при непосредственном общении) подготовку в разных концах страны.

Элитное образование немислимо без крупных ученых, вокруг которых и формируются научные и преподавательские коллективы. Сегодня же многие талантливые ученые-педагоги уезжают за рубеж и забирают с собой своих наиболее талантливых учеников. Таким образом, они создают научные школы там и обескровливают нашу страну. Если есть намерение построить государство, адекватно отвечающее на внешние вызовы, то без элитного образования, без талантов это будет сделать невозможно.

Мы говорили, что новая информация – это запомненный выбор. А это значит следующее: чтобы образование было готово к возможному появлению новой информации, оно должно иметь два типа преподавателей. Для преподавания фундаментальных курсов, претерпевающих малое изменение (для технических специальностей это математика, физика, химия, инженерная графика и ряд других), требуются укрупненные штаты преподавателей. А для различных спецкурсов и специальных предметов нужны временные преподаватели, активно работающие в тех или иных научных областях и на основе этих знаний формирующие спецкурсы. Это должен быть переменный состав, так как постоянно возникают новые направления, и накопленную в них информацию и следует доносить до студентов. В этом случае есть вероятность, что не будет пропущено появление нового, полезного для последующей жизни.

Заметим, что наука занимается тем, что неизвестно, ценность чего пока непонятна, что не является еще ценной информацией, готовой для внедрения в массовое сознание. Среднее образование, напротив, имеет дело с надежно установленными результатами, фактами, теориями, смысл и ценность которых ясны и должны быть адаптированы для восприятия учеником. В школьном образовании не следует гоняться за новым, еще не проверенным.

### 3. 4. К истории элитного инженерного образования в СССР

В 1945–1946-м годах страна наша стояла перед жесточайшим военно-политическим и научно-технологическим вызовом. Создание Физтеха отвечало этому вызову. Но предлагаемая новая система шла вразрез с уже сложившимися традициями в образовании нашей страны. Только требование времени позволило пойти на эксперимент.

25-го ноября 1946-го года И. В. Сталин подписал Постановление Совета Министров СССР № 2538. Этим постановлением Министерству высшего образования СССР вменялось в обязанность для подготовки высококвалифицированных специалистов по важнейшим разделам современной физики, таким как физика атомного ядра, физика

низких температур, физика горения и взрыва, радиофизика, оптика, аэро- и термодинамика, организовать в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова физико-технический факультет. В этом же документе формулировались основные принципы работы факультета и конституировались его права и обязанности [117–123].

Постановление от 25-го ноября 1946-го года было реализовано почти полностью. И скоро Физтех выделился в самостоятельное учебное заведение, которое к сегодняшнему дню накопило огромный опыт, в том числе и отрицательный, который будет очень полезен при создании подобных институтов. Кроме того, опыт Физтеха показывает роль выдающихся личностей в процессе его формирования, таких как академик П. Л. Капица.

Элитные учебные заведения призваны в поворотных точках исторического процесса формировать кадры первопроходцев, которые способствуют выбору правильного направления движения, обеспечивают существенные условия реализации этого движения и осуществляют это движение. Для этого они получают широкую и глубокую естественнонаучную, математическую и гуманитарную подготовку. Такая фундаментальность должна сопровождаться обучением конкретному делу путем включения обучаемого в процесс добывания нового знания, поиска нового инженерного или управленческого решения, разработки новой производственной или социальной технологии.

Узкий специалист при широком образовании – это возможность при изменении внешних условий перестраиваться.

При развитии элитарного образования необходимо создание соответствующих рабочих мест для небольшой части очень талантливой молодежи в небольшом количестве ключевых областей.

Может возникнуть мнение, что надо сосредоточиться только на «талантах», а уже они создадут такие новшества, которые позволят счастливо жить всем остальным. Здесь задача сходна с известной в термодинамике попыткой перевести всю тепловую энергию системы в механическую. Это не удастся сделать, так как часть энергии остается во внутренних степенях свободы системы. Иначе говоря, для того, чтобы создать порядок, нужно сгенерировать большое количество беспорядка. Во-первых, есть задачи разного уровня, а во-вторых, истинный талант может нормально развиваться только в нормальной среде.

Для нормального функционирования системы нужны различные элементы, и во вполне определенном соотношении. Нарушение пропорций в развитии структуры, ухудшение деятельности отдельных элементов, деформация взаимосвязей приводят к структурным изменениям. Так что система оказывается очень чувствительной к любым изменениям в своей структуре.

Но есть и другая крайность. Сегодня идет много разговоров о том, что далеко не все школьники полностью усваивали школьную программу.

Поэтому предлагается школьную программу сократить до такой степени, при которой она была бы всем доступна. Но эта точка зрения ошибочная, так как, прежде всего, полное среднее образование гражданам нашей страны могут получить, но вовсе не обязаны это делать. Всегда будут ученики, не способные освоить данный уровень знаний.

В логике известен закон о соотношении между объемом и содержанием понятий. Если не сохранить дифференцированный подход к разным группам учащихся, а гнаться только за количеством, то произойдет снижение планки.

Хорошо, когда высшее образование стало массовым, хорошо, когда «защищается» все больше и больше людей. Но надо понимать, что это ухудшает тот уровень, которого они достигают. **Но с этим можно смириться, если целенаправленно поддерживается высокая образовательная планка для «продвинутых».** Кроме всего прочего, всегда должны быть образцы для подражания, всегда должен быть некий «идеал», к которому можно стремиться.

Массовость образования – это требование времени. Массовое образование в СССР – требование индустриализации. Послевоенная потребность быстро растущего военно-промышленного комплекса поставила задачу расширения масштабов подготовки научно-технических кадров. Тогда шутили: «середняк пошел в аспирантуру». Отсутствие механизмов отделения этих процессов от элитных приводило к потере авторитета сначала системы образования, затем системы подготовки научных кадров.

В истории советской высшей школы был период, когда удалось очень быстро наладить подготовку инженерного корпуса и воспитание научных кадров. Этому способствовал социальный заказ, большой энтузиазм и тяга к образованию, значительные материальные вложения в эту сферу, наличие «учителей», профессионалов высокого уровня (пусть даже в небольшом количестве), готовых «передать эстафету».

Когда власть страны осознает, какие задачи стоят перед нею, вполне возможен возврат к этому опыту.

Вымывание даже одного поколения прерывает преемственность и нарушает процесс нормального воспроизводства системы. При этом будет происходить разрушение сложившихся научных школ и учебных традиций.

Правда, воссоздать быстро элитарное образование не удастся, потому более высоко требование к «учителю», к роли творческой личности, индивидуальному общению. Но, в силу весьма высоких требований, шансы на успех тут также невелики. Разрушить научную школу легко, а создать несравненно трудней и очень продолжительно по времени.

### 3. 5. Взаимодействие социальных структур разного уровня

#### Специализация, иерархия и управление

Социальные структуры в процессе своей эволюции претерпевают вертикальную (создание иерархии) и горизонтальную (специализация) дифференциацию. Об этом мы уже говорили в разделе о выборе и отборе на конвергентной и дивергентной фазе развития. Можно указать ряд причин перехода на дивергентную фазу развития, т. е. образования структур. Первая связана с потоками энергии и энтропии. Иначе говоря, противостоит «беспорядку», который определяется объемом системы, потоком вещества и энергии, поступающим в систему через поверхность. Вторая связана с оперативностью управления, так как сигнал за разумное время должен приходить от периферии к центру и управляющий сигнал должен возвращаться назад. И, наконец, третья – невозможность управления большими системами.

Многоступенчатая модель управления неустойчива. Это можно показать на достаточно простой модели. Пусть производство какого-либо продукта  $x$  управляется некоторым руководителем, принимающим решение о скорости производства:

$$\frac{dx}{dt} = y$$

В свою очередь, поведение руководителя,  $y$ , управляется руководителем второго уровня, принимающим решение о том, как нужно менять скорость производства:

$$\frac{dy}{dt} = z$$

Поведение руководителя второго уровня  $z$  управляется руководителем третьего уровня, и т. д., вплоть до генерального руководителя (уровня  $n$ ).

Генеральный руководитель определяется в своих действиях не директивами начальства более высокого уровня, а интересами дела. Например, он может желать достичь уровня  $X$  величины  $x$  и будет влиять на руководителя предыдущего ранга в положительную сторону, если уровень  $X$  не достигнут, и в отрицательную – если он превзойден.

Например, для  $n = 3$  простейшая модель этого рода имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= y \\ \frac{dy}{dt} &= z \end{aligned}$$

$$\frac{dz}{dt} = -k(x - X), \quad k > 0$$

Эту систему можно переписать в виде линейного дифференциального уравнения порядка  $n$ :

$$\frac{d^n x}{dt^n} = -k(x - X)$$

Уравнения эти легко решаются в явном виде. Устойчивость желаемого стационарного состояния ( $x = X, y = z = \dots = 0$ ) определяется тем, отрицательны ли вещественные части корней  $\lambda$  характеристического уравнения

$$\lambda^n = -k$$

Эти корни образуют на плоскости комплексного переменного  $\lambda$  вершины правильного  $n$ -угольника. Если  $n \geq 3$ , некоторые вершины обязательно лежат в (неустойчивой) полуплоскости ( $\text{Re} \lambda > 0$ ). При  $n = 1$  корень  $\lambda = -k$  лежит в устойчивой полуплоскости, а при  $n = 2$  корни  $\lambda_{1,2} = \pm \sqrt{k}$  лежат на границе устойчивости.

*Вывод.* Многоступенчатое управление, описываемое этой моделью при  $n \geq 3$ , неустойчиво. Двухступенчатое управление приводит к периодическим колебаниям, но не вызывает катастрофического нарастания колебаний, происходящего при трех- и более ступенчатом управлении.

Настоящую устойчивость обеспечивает только одноступенчатое управление, при котором управляющее лицо более заинтересовано в интересах дела, чем в поощрении со стороны начальства.

Эти выводы, сделанные выше на основании анализа простейшей жесткой модели, на самом деле выдерживают проверку на структурную устойчивость, исключая лишь случай  $n = 2$ : двухступенчатое управление может оказаться как устойчивым, так и неустойчивым, в зависимости от деталей организации дела, которыми мы выше пренебрегли при составлении нашей самой простой модели.

Но и процесс структурообразования ограничен. Образовавшиеся структуры участвуют в конкуренции за общий ресурс. А результатом этой конкуренции будут два процесса: конкуренции и специализации.

#### Конкуренция и специализация

На дивергентной фазе эволюции главную роль начинают играть процессы взаимодействия однопорядковых структур. Их причина – борьба за ресурс. Их итогом будет два процесса: конкуренция и специализация. Эти процессы можно проанализировать с помощью методов математического моделирования.

Начнем рассмотрение с модели, учитывающей конкуренцию за «ресурс» между разными системами. Мы имеем систему уравнений:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_i) - C_o^{-1} \sum_{j=1}^n F_j(x_j) x_i, \quad (2.1)$$

$$C_o = \sum_{i=1}^n x_i \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

где  $x_i$  – доля, потребляемая из общего ресурса  $i$ -ой структурой, а функция  $F_i(x_i)$  – скорость воспроизводства  $i$ -той структуры. Эта же функция  $F_j(x_j)$  входит во второй член уравнения (2.1), описывающий конкурентную борьбу различных структур, в том числе и «внутри-структурную» (слагаемое  $-x_i F_i(x_i)$ ). В модели (2.1) суммарная концентрация принята постоянной (равной  $C_o$ ), что соответствует предположению о том, что процесс установления стационарного состояния по суммарному потреблению протекает значительно быстрее процесса отбора. Благодаря этому условию число независимых переменных в модели (2.1) равно  $n - 1$ .

Эту модель можно упростить, предположив, что скорость воспроизводства пропорциональна потреблению элемента  $x_i$ , то есть будет линейной:  $F_i = k_i x_i$ . При этом можно ввести безразмерные концентрации  $y_i = x_i C_o^{-1}$  тогда имеем

$$\frac{dy_i}{dt} = k_i y_i - y_i \sum_{j=1}^n k_j y_j \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

В случае конкуренции двух типов структур ( $n = 2$ ) система (2.2) сводится к логистическому уравнению:

$$\frac{dy_1}{dt} = (k_1 - k_2) y_1 - (k_1 - k_2) y_1^2 \quad (2.3)$$

$$y_2 = 1 - y_1.$$

Система (2.3) имеет два стационарных состояния: 1)  $y_1 = 1, y_2 = 0$  и 2)  $y_1 = 0, y_2 = 1$ . Причем, устойчиво только одно из них, какое именно – зависит от знака разности  $k_1 - k_2$ : при  $k_1 > k_2$  «выживает» только первая система (устойчиво состояние 1), при обратном соотношении ( $k_1 < k_2$ ) – только вторая система. В каждом из этих случаев все фазовое пространство является областью притяжения только одной устойчивой точки, т. е. система унистационарна. Стационарное состояние соответствует «чистой» структуре (вторая при этом полностью вытесняется).

В этом варианте результат отбора predetermined заранее заданием преимущества одного из вариантов.

Если априорные преимущества вариантов невелики, т. е.  $k_1 \sim k_2$  то такая модель становится некорректной. Сделанные при ее выводе упрощения становятся слишком грубыми. Все это справедливо и для случая  $C_o \neq \text{const}$ , и  $n > 2$ . Более интересной будет модель, учитывающая не только борьбу за ресурс, но и взаимную борьбу систем. Но сначала рассмотрим случай наличия только взаимной борьбы систем:

$$\frac{dx_i}{dt} = k_i x_i - x_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \beta_{ij} x_j \quad (2.4)$$

Здесь второй член описывает взаимодействие структур разного типа (поэтому в сумму не входят члены с  $i = j$ ). Самоограничение системы за счет выработки общего ресурса здесь не учитывается, так как предполагается, что отбор протекает в фазе еще неограниченного роста. Особый интерес представляет случай, когда все структуры равноправны, т. е. все коэффициенты  $k_i$  и  $\beta_{ij}$  одинаковы. Тогда, введя безразмерные переменные  $y_i = x_i \beta k^{-1}$ ,  $\tau = tk$  ( $\beta = \beta_{ij}$ ,  $k = k_i$ ), получим

$$\frac{dy_i}{d\tau} = y_i - \sum_{j=1}^n y_i y_j \quad (2.5)$$

Система (2.5) имеет  $n+2$  стационарных состояния. В первом все  $y_i = 0$ ; это состояние неустойчиво и, следовательно, не реализуется. Во втором все потребляют одинаково; это состояние тоже неустойчиво и бесконечно малые флуктуации переводят решение к одному из  $n$  устойчивых состояний, в каждом из которых выживает только один тип структуры, то есть при  $y_i \rightarrow \infty$  все остальные  $y_j \rightarrow 0$  ( $j=1, 2, \dots, n, j \neq i$ ).

В случае двух переменных фазовый портрет системы (2.5) имеет седловую особую точку, через нее проходит сепаратриса, совпадающая, в силу симметрии, с биссектрисой первого координатного угла. Развитие процесса во времени описывается движениями по траекториям, которые разделены на два потока: один направлен к состоянию  $y_1 \rightarrow \infty, y_2 \rightarrow 0$  и другой – к состоянию  $y_2 \rightarrow \infty, y_1 \rightarrow 0$ .

Таким образом, если наши системы стартуют из области фазового пространства, находящейся с одной стороны от сепаратрисы, то, согласно модели (2.5), в итоге будет получена «чистая» система: в конце процесса образуется единая структура, т. е. происходит выбор одного варианта из двух равноправных. Сама возможность выбора определяется тем, что симметричное состояние неустойчиво и сепаратриса делит все фазовое пространство на две части равного объема.

Система (2.4) при не равных, но сопоставимых коэффициентах имеет те же свойства. Так в случае  $n = 2$  получим систему

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{d\tau} = y_1(1-y_2) \\ \frac{dy_2}{d\tau} = \frac{k_2}{k_1} y_2(1-\frac{k_1}{k_2} y_1) \end{cases}$$

Фазовый портрет этой системы при  $k_2$ , например, в несколько раз больше, чем  $k_1$ , будет иметь ту же структуру, что и портрет предыдущей системы. Седловая точка имеет координаты  $y_1=k_2/k_1$ ,  $y_2 = 1$ , т. е. сдвинута в область больших  $y_1$ . Имеется два устойчивых состояния: 1)  $y_1 \rightarrow \infty$ ,  $y_2 \rightarrow 0$  и 2)  $y_1 \rightarrow 0$ ,  $y_2 \rightarrow \infty$ , соответствующих отбору чистых структур. Области притяжения этих состояний в данном случае не равны, но сопоставимы по объему.

Результат процесса отбора зависит от начального состояния, т. е. от положения изображающей точки в начальный момент. Вероятность попадания ее в область 1 (или 2) зависит от соотношения параметров, но не очень сильно – она определяется отношением объемов областей притяжения. В предельном случае  $k_2/k_1 \rightarrow \infty$  при любом начальном условии выбор предопределен и реализуется только один вариант ( $x_1 \rightarrow 0$ ,  $x_2 \rightarrow \infty$ ). При этом сепаратриса ложится на абсциссу и все фазовое пространство становится областью притяжения состояния  $y_1 \rightarrow 0$ ,  $y_2 \rightarrow \infty$ .

Сопоставив модели (2.2) и (2.4), можно увидеть разницу между выбором и отбором. В модели (2.2) выживает «наилучшая» (наиболее приспособленная) система и отмирают все остальные. Это и есть процесс отбора. Мы заранее знаем, кто победит. Другая ситуация реализуется в случае выбора (модель (2.4)). Система стремится к устойчивому состоянию в случае, если уже находится в области его притяжения, т. е. происходит движение изображающей точки по устойчивой траектории в области 1 (или в области 2). А вот в какой области она окажется – это ситуация выбора. Но когда область локализации определена, идет процесс отбора.

Та же ситуация будет иметь место, если рассматриваемая система мультистационарна, т. е. имеет несколько устойчивых стационарных состояний со сравнимыми по объему областями притяжения, отделенными друг от друга сепаратрисами. Тогда под выбором понимается случайный (непредсказуемый) процесс, в результате которого реализуется начальное состояние в той или иной области притяжения (выбор начальных условий, различные флуктуации). При этом «выживает» не обязательно «наилучший» с точки зрения достижения некой цели. Напомним, что только в этом процессе рождается новая информация.

Вернемся к модели (2.4). Она описывала процесс отбора лишь на начальных этапах развития, когда наличие ограничений в ресурсах еще не сказывается. Более реалистичным будет случай, учитываю-

щий, кроме антагонистических взаимодействий, также и конкурентную борьбу всех систем за ресурсы. Соответствующую модель можно записать в форме:

$$\frac{dx_i}{dt} = k_i x_i - \sum_{j=1}^n k_j x_i x_j - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \beta_{ij} x_i x_j = k_i x_i - k_i x_i^2 - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \mu_{ij} x_i x_j \quad (2.6)$$

где  $\mu_{ij} = k_j + \beta_{ij} > k_j$ . В случае  $n = 2$  модель приобретает вид

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = k_1 x_1 - k_1 x_1^2 - \mu_2 x_1 x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = k_2 x_2 - k_2 x_2^2 - \mu_1 x_1 x_2 \end{cases}, \quad (2.7)$$

где, по нашему предположению,  $\mu_2 = k_2 + \beta_{12} > k_2$  и  $\mu_1 = k_1 + \beta_{21} > k_1$ .

В зависимости от соотношения между коэффициентами система (2.7) описывает два существенно различных варианта отбора.

Пусть сначала  $k_2 > \mu_1$ , тогда  $k_1 < \mu_2$ . В этом случае система имеет три стационарных состояния – два неустойчивых: (0, 0), (1, 0), и одно устойчивое: (0, 1). Таким образом, мы имеем в чистом виде отбор наилучшего варианта (заметим, что при выбранных знаках неравенств  $k_2 > k_1$ , т. е. второй вариант имеет явное преимущество перед первым).

Пусть теперь и  $k_2 < \mu_1$ , и  $k_1 < \mu_2$ . Тогда система (2.7) имеет четыре стационарных точки:

$$1) x_1 = x_2 = 0, \quad 2) x_1 = \frac{k_2(\mu_2 - k_1)}{\mu_1 \mu_2 - k_1 k_2}, \quad x_2 = \frac{k_1(\mu_1 - k_2)}{\mu_1 \mu_2 - k_1 k_2},$$

$$3) x_1 = 1, x_2 = 0, \quad 4) x_1 = 0, x_2 = 1.$$

Последние две точки устойчивы и соответствуют чистым популяциям. Первые две неустойчивы, из них вторая является седлом, через которое проходит сепаратриса, разделяющая фазовое пространство на две области притяжения. Модель остается корректной при малых различиях коэффициентов и даже при точном равенстве (т. е. при  $k_1 = k_2 = k$  и  $\mu_1 = \mu_2 = \mu > k$ ); седловая точка тогда имеет координаты  $x_1 = x_2 = k/(\mu + k)$  и сепаратриса совпадает с биссектрисой.

Модель (2.7) описывает процесс конкуренции и специализации структур. Представим, что у нас две системы, которые расходуют как ресурс  $x_1$ , так и  $x_2$ . Пусть  $k_2 < \mu_1$ , и  $k_1 < \mu_2$ . Тогда, если у одной из них  $x_1/x_2 > 1$ , а у другой  $x_1/x_2 < 1$  (обе системы находятся с разных сторон сепаратрисы), произойдет специализация систем. Если же системы изначально находятся с одной стороны от сепаратрисы, либо  $k_2 > \mu_1$  и  $k_1 < \mu_2$ , то выживет только одна из них. То есть будет идти процесс конкуренции.

В рассматриваемых нами моделях не учитываются различные флуктуации. Эти флуктуационные воздействия могут быть двух типов. Первые – имеющие равное нулю среднее по времени значение, и с ненулевым средним значением. Методы исследования этих воздействий несколько различаются. Для исследования первого типа случайных процессов необходимо включить в правую часть модели случайную функцию с заданной амплитудой и дисперсией; модель после этого перестает быть чисто динамической. Для исследования помех второго типа достаточно дополнить модель членами, учитывающими лишь среднее по времени влияние, модель при этом остается динамической.

Устойчивость процесса отбора по отношению к систематическим помехам зависит, прежде всего, от уровня помех и стадии развития системы. Если возникают флуктуации в начале развития систем, то в случае ситуации выбора они как раз и способствуют выбору. А в случае ситуации отбора появление флуктуаций лишь замедляет скорость достижения устойчивого состояния.

Рассмотрим влияние помех в рамках приведенных выше моделей, учитывая перевод структурных единиц из одной системы в другую. Модель (2.3), описывающая только конкуренцию за ресурсы, с учетом мутаций приобретет вид

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = (k_1 - k_2 - 2\alpha)x_1 - (k_1 - k_2)x_1^2 + \alpha \\ x_1 + x_2 = 1 \end{cases}, \quad (2.8)$$

где  $\alpha$  – коэффициент перевода.

В этом случае имеется одно состояние, которое всегда устойчиво. Положение его существенно зависит от отношения  $d = \alpha/(k_1 - k_2)$  (при  $k_1 > k_2$ ), которое и определяет помехоустойчивость. В случае если селекционные преимущества первой системы достаточно велики ( $k_1 - k_2 \gg \alpha$ ), стационарное состояние имеет координаты  $x_1 = 1 - d$ ,  $x_2 = d$ . Оно не является чистым, но примесь чужой структуры мала в меру малости  $d$ . В случае, когда селекционные преимущества не очень велики ( $k_1 - k_2 \leq \alpha$ ), стационарное состояние расположено в середине разрешенного отрезка, т. е. при  $x_1 \approx x_2 \approx 0,5$ . Таким образом, учет мутаций может привести к качественному изменению поведения, что является следствием недостаточной грубости системы (2.9) (и, соответственно, модели (2.2)). Это означает, что процесс отбора вообще не имеет места; он в этом случае не является помехоустойчивым.

Модель с антагонистическим взаимодействием в симметричном варианте (2.5) примет вид

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = (1 - \bar{b})x_1 - x_1x_2 + \bar{b}x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = (1 - \bar{b})x_2 - x_1x_2 + \bar{b}x_1 \end{cases} \quad (2.9)$$

Симметричные состояния  $x_1 = x_2 = 0$  и  $x_1 = x_2 = 1$  здесь, как и прежде, неустойчивы; устойчивыми являются состояния  $x_1 \rightarrow \infty$ ,  $x_2 = \alpha$  и  $x_1 \rightarrow \alpha$ ,  $x_2 \rightarrow \infty$ . Они не являются абсолютно чистыми, однако, относительная примесь «чуждой» системы, т. е. величина  $x_1/x_2$  (или  $x_2/x_1$ ), стремится к нулю. Таким образом, помехоустойчивость процесса велика.

Модель (2.6) с учетом помех приобретает вид

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = k_1x_1 - k_1x_1^2 - \mu_2x_1x_2 - \alpha x_1 + \alpha x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = k_2x_2 - k_2x_2^2 - \mu_1x_1x_2 - \alpha x_2 + \alpha x_1 \end{cases} \quad (2.10)$$

Здесь, как и выше, считаем, что  $k_2 > k_1$ ,  $\mu_1 > k_1$ ,  $\mu_2 > k_2$ . В случае  $\mu_1 < k_2$  система (2.10) имеет одно устойчивое состояние при  $x_1 = 1 - 2\alpha/k_1$  и  $x_2 = \alpha/\mu_1$ . Оно не чистое, но примесь мала в меру малости  $\alpha$ , это совпадает с результатом модели (2.9). В случае  $\mu_2 > k_2$  (и, следовательно, в случае малых селекционных преимуществ:  $k_1 \approx k_2 \approx k$ ,  $\mu_1 \approx \mu_2 \approx \mu$ ) имеется четыре стационарных точки:

$$\begin{aligned} 1) x_1=x_2=0, \quad 2) x_1=x_2=k/(k+\mu), \quad 3) x_1=1-2\alpha/k, x_2=\alpha/\mu, \\ 4) x_2=1-2\alpha/k, x_1=\alpha/\mu. \end{aligned}$$

Два последних состояния устойчивы и описывают почти чистые системы: относительная примесь чуждого элемента мала в меру малости  $\alpha$ . Этот результат близок к результату модели (2.9); отличие лишь в том, что там относительная примесь стремится к нулю.

Итак, наличие антагонистического взаимодействия обеспечивает достаточную помехоустойчивость процесса образования единой структуры даже в случае весьма малых селективных преимуществ «выбранного» варианта над другими. В отсутствие антагонистического взаимодействия и при малом селективном преимуществе помехи полностью разрушают процесс.

Отметим, что при учете помех ни один процесс не ведет к образованию абсолютно одинаковых структур: неоднозначность сохраняется в малой доле. Наличие редких случаев неоднозначности, с нашей точки зрения, свидетельствует в пользу варианта, учитывающего антагонистические взаимодействия, конкуренцию за ресурс и наличие помех.

Весь процесс от стадии «неорганизованного общества» до образования социальных структур можно связать с возникновением социальной информации и уменьшением информационной энтропии.

Последовательная смена дивергентных и конвергентных фаз развития приводит к созданию иерархических систем. Причем, это касается структур, целей и идей.

В связи с этим следует указать место образования в ряду социальных систем. А сам этот ряд можно составить по характерным временам достижения результата и влияния. Цепочка будет такая: оборона, экономика, наука, образование, культура, идеология.

А постановка целей идет сверху вниз, от долгосрочных приоритетов к краткосрочным.

Не экономика определяет цели образования, это делают более высокие структуры, а вот экономика как раз определяется образованием. То есть ставится идеологическая цель, определяющая цели долгосрочного развития, исходя из этих целей ставится задача образованию, а из имеющихся интеллектуальных ресурсов определяется направление развития экономики.

Сама система не может себя реформировать, так как цель информационной системы – сохранить свою информацию как можно дольше. И, кроме того, вышестоящие структуры ставят задачу нижестоящим, а по эффективности работы более низких структур определяется эффективность предыдущих.

Обычно выделяют три основных задачи высшей школы. Первая – это «передача генетического кода общества». Т. е. передача следующим поколениям моральных и этических норм, традиций, принятых в обществе.

Вторая – подготовка элиты, тех людей, которые со временем возьмут на себя принятие стратегических решений и их исполнение в разных областях.

Третья – массовая подготовка квалифицированных специалистов, передача профессиональных стандартов. Повышение среднего интеллектуального уровня общества.

Когда страна находится в кризисе, охватывающем различные сферы жизни общества, реформы в разных областях должны быть взаимосвязаны и нижестоящие структуры должны быть подчинены вышестоящим. Только так они будут целостными и осмысленными. Так, например, для образования государство должно сформулировать, какие специалисты ему нужны, и вместе с тем подготовить для них рабочие места. Если же ставится задача – воспитать толерантных граждан, то можно предположить, что государство не видит будущего для себя.

Поставленная для системы образования цель – создание открытого демократического общества и рыночной экономики – не может быть основной. Должны существовать более глубокие цели развития, а то, что перечислялось, можно пытаться достичь, но это вовсе не обязательно. Более того, для России является более важной целью обеспечение

преимущества духовных ценностей над материальными, коллективных ценностей над индивидуальными.

Вопрос, а что будут делать выпускники высшей школы? Если ответ на этот вопрос есть, то появляется единство цели у преподавателя и ученика. Тогда ценной для них обоих становится одна и та же информация. Если же ответа на этот вопрос нет, то возникает рассогласование целей у ученика и преподавателя.

### **3. 6. Иерархия в образовании и горизонтальные структуры**

Любая социальная система в процессе своей эволюции претерпевает изменения как по вертикали (образование иерархий), так и по горизонтали (развитие специализации). Для образования это система учебных заведений разных уровней (школы, техникумы, ВУЗы, аспирантуры, докторантуры). Есть иерархии и внутри каждого учебного заведения. Но есть и специализация. Это ВУЗы, готовящие по разным специальностям. Внутри ВУЗов и школ – различные факультеты, кафедры, предметы.

Для успешного функционирования системы необходимо определенное взаимодействие между горизонтальными и вертикальными ее структурными уровнями. Наличие специализации требует некоторого объединяющего уровня, согласующего их действие. Именно он определяет среди них приоритеты, их количество и ставит им общую задачу. Наличие специализации, «разделения труда» между элементами системы, должно приводить к повышению эффективности работы целого.

Так наличие в системе ВУЗов элитных учебных заведений позволяет повысить стандарты образования, благодаря привлечению выпускников этих учебных заведений для преподавания фундаментальных базовых курсов, а также внедрения новых подходов, идущих от академической науки. При этом элитных ВУЗов не может быть много, так как для них просто не будет хватать достаточно подготовленных студентов, а набор не очень подготовленных ведет к ухудшению уровня самих элитных учебных заведений. Наличие общих ВУЗов необходимо для элитного образования. Именно благодаря им повышается общий культурный уровень страны и формулируются основные прикладные задачи.

Наличие большого количества ступеней в иерархии ведет к неустойчивости. Это противоречие можно разрешить, переводя систему из режима управления в режим самоуправления. Управление переходит в согласование оптимальных действий по достижению общей цели. Поэтому большое количество таких уровней вредно для системы.

В случае уменьшения выделения ресурсов на образование поддерживать следует наиболее критичные структуры. Такими в образовании являются элитные ВУЗы. Их восстановление требует больших затрат и времени. И, кроме того, выпускники этих учебных заведений в состоянии стать центрами конденсации будущих специальностей. То есть с их помощью будет возможным восстановить всю систему образования в целом.

В науке и образовании играет большую роль «учитель», глава нового направления, вокруг которого изначально образуются неформальные коллективы, которые со временем «формализуются».

Хороший специалист (ученый) создает свои «копии» (учителей), которые несут его «структуру» дальше в еще более широких масштабах. И им уже не надо быть такими великими, так как рождение ценной информации – элемент одноразовый, а далее идет ее трансляция. Причем, в процессе трансляции она изменяется, и, как правило, в лучшую сторону. Кроме того, идет процесс копирования информации. Этот процесс аналогичен изготовлению копии ключа. А для того, чтобы проверить, хорошая копия получилась или нет, ее следует проверять на исходном замке. То есть проверка должна происходить по методикам, максимально близким к первоисточнику. Но возможна ситуация, когда мы очень часто вставляем в замок разные копии и, тем самым, портим исходный замок, тогда у нас возникает ложная пара «замок-ключ». Это происходит, когда долго не было обмена кадров и коллектив, изначально хорошо подготовленный, становится проповедником чего-то своего, мало похожего на исходное.

Несмотря на специализацию, весьма полезна кооперация различных ВУЗов. Они могут объединяться вокруг некоторого «системообразующего» вуза. Другая система – интеграция высшей школы, отраслевой и вузовской науки.

Там, где есть хорошо развитая наука (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск и т. д.), сосредоточено современное оборудование и наиболее квалифицированные кадры. И институты могут формироваться вокруг таких центров, используя их базу. А там, где нет развитой науки, именно ВУЗы являются местами сосредоточения наиболее квалифицированных кадров и они могут стать центрами, если именно там сосредотачивать современное оборудование.

Для устойчивости диссипативных систем, которыми являются образовательные системы, необходим приток вещества и энергии. Говоря другим языком, ресурсов и людей. К сожалению, у нас это затруднительно из-за очень разного уровня развития регионов и из-за низких доходов граждан, так как существуют проблемы с жильем. Кстати, по этой причине есть проблемы с приемом иногородних студентов. Поэтому поиск талантливых людей, что является стратегически важной задачей

для государства, сегодня затруднен. А из-за этого падает качество образования.

По этой же причине у нас затруднены конкурсы на замещение рабочих мест в ВУЗах. Это препятствует формированию более «подогнанных» коллективов.

Возникновение специализации, очень полезное для ВУЗов, вредно для школы. Создание специализированных школ (гуманитарные, физико-математические, биологические, музыкальные, спортивные и т. д.), конечно же, нужно. Но, с другой стороны, чрезмерное дробление может привести к полному распаду школы. Уже реальностью становится дифференциация школы по региональному принципу. А это для России опасно. Подобная дифференциация может служить в дальнейшем препятствием, если выбор был сделан неправильно. Она может мешать выпускникам таких школ в будущем реализовать свои основные общечеловеческие права: право на свободное передвижение, право на выбор профессии. Кем станет человек в будущем, на школьной скамье решить трудно. Тем более, что специализация школьника – это не его решение, а решение родителей, что не одно и то же. Поэтому таких школ не должно быть много.

### Структурные пропорции в развитии высшей школы

В книге Курдюмова, Маленицкого, Капицы [110] приведены данные о структурных пропорциях специальностей в высшей школе. Так они отмечают, что на 10 специалистов инженерного профиля, занятых в экономике Российской Федерации, приходится 14 специалистов нетехнического профиля. А в США это отношение 10 к 114 чел., в Германии – 10 к 39, во Франции – 10 к 32. При этом они отмечают, что у нас на долю инженера приходится произведенного национального дохода в 10 раз меньше, чем в США.

Направление подготовки	Россия	США	Япония	ФРГ
Инженерно-технические специальности	40,7 %	17,9 %	18,9 %	21,6 %
Сельское хозяйство	9,0%	1,4%	3,7%	3,5%
Естественные науки	9,0%	7,1 %	3,3%	1%
Образование	11,7%	8,3%	8,4%	2,2%
Здравоохранение	6,9%	8,0%	5,5%	8,8%
Экономика и право	9,5 %	29,2 %	42,4 %	31,7 %
Гуманитарные науки	12,0 %	22,6 %	14,6 %	17,6 %
Искусство	1,0%	3,9%	2,7%	4,6%

В этой же книге дана таблица структуры выпуска специалистов из высших учебных заведений по направлениям подготовки в России, США, Японии, ФРГ.

Из этой таблицы можно сделать вывод, что в 3–4 раза большее количество юристов и экономистов и есть причина успеха этих стран. Более того, по данным социологов, экономикой, финансами, юриспруденцией или менеджментом в 1994 г. желали заниматься 43,4% выпускников средних школ Москвы и 42,5% выпускников средних школ Новосибирска [149–150]. И вот пример самоорганизации системы образования в условиях отсутствия государственного регулирования. Сегодня трудно найти ВУЗ, где не готовили бы по этим специальностям.

Но нужно ли России сегодня такое количество подобных специалистов? Если «жить с трубы», то это не имеет значения. Если же задачей является освоение высоких технологий, то такая пропорция неправильна.

Рыночный сектор России, как и в большинстве стран третьего мира, востребовал, в основном, юристов, экономистов и референтов, владеющих компьютером и иностранными языками. Надеяться на установление «рыночных обратных связей» в других секторах высшего образования не приходится. Сегодня, в силу перекошенности экономики, большинство выпускников ВУЗов не может получить работу по специальности. Поэтому идет деформация системы образования, что в итоге еще приведет к отрицательным последствиям. И это притом, что граждане тратят весьма значительные суммы, чтобы в эти вузы поступить.

С другой стороны, важной тенденцией в высшем образовании в мире стало увеличение роли фундаментальной науки и, в частности, университетов, в создании наукоемкой продукции. Кроме того, в народном хозяйстве страны исключительно важную роль играют специалисты, непосредственно имеющие дело с людьми (учителя, врачи, работники социальной сферы). Потому для нормального развития государства требуется правильная расстановка приоритетов в образовании.

Исходя из природы технологий, инновационное развитие всегда требует стратегического, долговременного подхода, в отличие от развития в рамках монетаристской идеологии, которая ориентирует на получение краткосрочных результатов и тем самым способствует технологической деградации национальной экономики.

Для того чтобы достигнуть успеха в современном развитии, нужна «прорывная» траектория движения, а не «догоняющая». Инновационная экономика развивается на «стыке наук», в том числе – технологий и экономики. Кстати, в этой паре приоритет должен быть отдан естественно-техническому образованию, а не гуманитарному. Здесь мы должны следовать своим путем, а не заимствовать рецепты с Запада. Слушая западных экспертов, мы всегда будем проигрывать.

## Моделирование изменений возрастной структуры преподавательских кадров.

При моделировании изменений кадрового состава преподавателей необходимо определение наиболее существенных структурных признаков, позволяющих выделить «классы» сотрудников высшей школы в соответствии с возрастом и профессиональной квалификацией. Здесь можно использовать «штатное расписание» кафедр. Это аспиранты и лаборанты, ассистенты и старшие преподаватели, доценты и профессора. Таким образом, мы получаем три группы, которые для краткости назовем аспиранты, ассистенты и доценты.

1) «**Аспиранты**» – как правило, набираются из наиболее понравившихся выпускников своей кафедры. Они учатся вести семинарские занятия, занимаются научной работой, готовятся защищать диссертации. В среднем через 3 – 5 лет они приобретают определенную квалификацию и определяются в своих дальнейших намерениях. Возраст примерно 23 – 27 лет.

2) «**Ассистенты**» – это начинающие систематическую преподавательскую деятельность. Они, зачастую, ведут научную работу, стараются создать себе имя, наиболее восприимчивы к современным тенденциям в науке и потребностям общества, учатся читать лекции и готовят свои лекционные курсы. Обычно годам к 33–36 они либо становятся доцентами, либо уходят из системы высшей школы. На Западе эта категория характеризуется наиболее высокой научной и творческой активностью. В американской высшей школе интенсивность работы этой группы еще более увеличена, благодаря тому, что эта категория преподавателей обычно не имеет постоянной должности, и они стремятся зарекомендовать себя, чтобы получить постоянное место.

3) «**Доценты**» – наиболее квалифицированные преподавательские кадры, профессионально ведущие занятия и читающие лекционные курсы. Как правило, достигнув уровня доцента, люди уже не уходят из высшей школы. Во-первых, с возрастом снижается мобильность, во-вторых, в данной области успех уже достигнут, а смена профессии связана со снижением статуса, пусть даже временным.

Ряд имеющихся данных позволяет сделать вывод, что соотношение численности указанных категорий сегодня имеет соотношение, близкое к 2 : 1 : 5. Видимо, это связано со структурой штатного расписания, в котором не приветствуется его изменение, даже если вдруг появляется очень талантливый сотрудник, а если освобождается более высокая должность, то ее не меняют на более низкую.

Исходя из этих данных, можно также оценить «коэффициент мобильности» каждой группы – очевидно, что с течением времени он будет убывать. При переходе из 1-й группы во вторую отсеивается

примерно 50%, из 2-й в 3-ю – около 15%, отсеив из 3-й группы оценить очень сложно, но он весьма незначителен.

Неблагоприятная ситуация в обществе (низкая оплата, падение престижа) приводят к тому, что коэффициент мобильности увеличивается, главным образом, для 1 и 2-й категорий.

Таким образом, используемая модель выглядит следующим образом. Рассматриваются три категории сотрудников, для каждой из которых вводится распределение по возрасту. Считается, что профессиональная карьера начинается в 25 лет и заканчивается в 65. Изначально 25-летняя молодежь вливается в 1-ю группу, заполняя все доступные вакансии. Спустя 5 лет появляется возможность перейти из 1-й группы во 2-ю. Количество переходящих определяется числом вакансий во 2-й группе. У тех, кто не переходит в течение нескольких лет, коэффициент мобильности сильно возрастает. Аналогично, по достижении 35 лет появляется возможность перехода из 2-й группы в третью, в противном случае коэффициент мобильности также возрастает. Объем финансирования не влияет на количество вакансий, а изменяет коэффициент мобильности. Приведенные выше соотношения соответствуют ситуации нормального финансирования. Ухудшение финансирования меняет их.

Конкретные расчеты можно вести с помощью цепей Маркова. Но эти расчеты мало что дают, так как модель не учитывает, что, в связи с уменьшением финансирования и падением престижа работников высшей школы, увеличивается коэффициент мобильности и идет ухудшение качества специалистов. Количество вакансий в течение этого периода остается величиной постоянной, и они заполняются первыми попавшимися людьми.

Средний возраст категории «доценты и профессора» слабо меняется со временем около значения 48,5 лет.

Сегодня идет интенсивное выбывание группы «ассистентов», идет быстрое старение преподавательского корпуса, высшая школа теряет способность к воспроизводству качественных специалистов. Возвращение к норме произойдет только в долгосрочной перспективе (50 и более лет). Резкое омоложение опасно утратой уровня преподавания и научных исследований, резкого снижения творческого потенциала. В течение долгого времени притока «грамотных» специалистов в преподавательский корпус практически не будет, поэтому не приходится рассчитывать на восприимчивость этого социального института к инновациям, новым технологиям и методикам.

Сегодня можно констатировать, что носителями знания становятся не организации, а отдельные люди. Высшая школа еще не потеряла способность к самовоспроизводству, но эффективность ее работы достаточно долго будет низкой.

### 3. 7. Упреждающее развитие образования

Образование – информационная система, и одна из ее задач – отбирать и сохранять новое. В этом она похожа на науку и культуру. Но, согласно определению новой информации, процесс создания нового знания заранее не прогнозируем по результату. Как же в таких условиях готовиться к появлению новой информации и как узнать, что действительно возникла новая информация? Например, модные сегодня торсионные поля, критика теории относительности академиком Логуновым и т. д. – это новая информация или ложная информация? Если образование будет ждать, когда будет поставлена окончательная точка, то очень сильно отстанет в случае, действительно, новой информации. А если поспешит и начнет строить свой образовательный процесс на непроверенной информации, то станет проповедником лженауки, если впоследствии окажется, что оно основывалось на ложной информации. Выход из этого положения есть. Для этого высшее образование должно состоять из двух частей. Первой – фундаментальной и устоявшейся, и второй – переменной и инновационной. То есть оно должно состоять из двух потоков информации – консервативного и переменного. При этом в школе обучение должно быть основано только на уже устоявшемся знании. Да и в ВУЗе новое должно преподаваться только после усвоения фундаментальной части знания.

Например, преподавание традиционных фундаментальных курсов в технических ВУЗах (высшая математика, общая физика, теоретическая механика и т. д.) имеет многолетнюю традицию, хорошо разработанные методики, упражнения и т. д. После их освоения, на старших курсах, студенты приступают к освоению своей будущей специальности. И здесь необходимо привлекать, на временной основе, профессионалов, представляющих современное состояние в своей области, тенденции ее развития и способных транслировать получаемые ими научные факты в учебные курсы. К сожалению, обычно такие люди не привлекаются, так как все места уже заняты кадровыми сотрудниками, а это ведет в ряде случаев к отставанию в освоении современного знания. Ведь не секрет, что проще преподавать одно и то же, чем все время модернизировать курс. Это могут делать только люди, для которых основная работа – не преподавание, а создание нового знания.

Иначе говоря, для двух этих потоков информации должно быть и два типа преподавателей. Для фундаментальной части – обычные кадровые преподаватели. А для преподавания нового – переменный состав из людей, этим занимающихся. Им не надо вникать в новое, они и так его знают. Кроме того, они понимают, что в представляемом ими материале важно, а что второстепенно. При таком подходе преподавание нового будет осуществляться с меньшими затратами.

Следует иметь в виду, что новая информация должна проходить некую «апробацию», в результате которой она принимает более приемлемый для усвоения вид. Так, например, уравнения Максвелла в том виде, в котором они изучаются в ВУЗе, были написаны О. Хевисайдом и, тем самым, стали существенно более удобными для изучения.

В науке так же работает подобная система, которая имеет форму научных семинаров. Только авторитет семинара зависит от его руководства, осуществляющего некую предварительную цензуру, чтобы не пропускать явную «ерунду». А если и допускают что-то «подозрительное», то организуется всестороннее обсуждение, чтобы понять, насколько эта информация обоснована. Для образования подобный отбор особенно важен. Ведь этот материал подается как учебный. Это значит, что эти курсы должны проходить предварительные слушания и обсуждения на соответствующих кафедрах. При этом надо понимать, что действительно новое не может вызывать всеобщую поддержку.

**Проблемы прогноза.** Образование есть нелинейная диссипативная динамическая система и ее поведение характеризуется на определенных этапах развития как детерминированное, но есть участки, на которых система попадает в положение неустойчивости и стохастизируется. Через некоторое время она опять возвращается к детерминированному поведению. Причем, если этих устойчивых состояний несколько и происходит выбор, а не отбор, то в результате такой эволюции рождается новая информация.

Итак, когда в процессе развития система начинает переходить в неустойчивое состояние, то это есть сигнал, что в итоге она «скатится» в новое состояние с появлением новой информации. Но какой? И это можно спрогнозировать, но только тогда, когда выявится весь спектр возможных устойчивых состояний. Дальше необходим определенный анализ, который позволит предсказать, в каком из них система окажется. (Выше мы иллюстрировали это на примере рулетки). Это значит, что у социальных систем может существовать определенный «горизонт предсказания», или предел предсказуемости. Но он достаточно ограничен, и для каждой ситуации он свой. А путь развития от устойчивого состояния к неустойчивому, и опять к устойчивому, делает невозможным долгосрочные прогнозы.

**Есть проблема, как преподавать предмет: то ли так, как он развивался, то ли в рамках некоторой внутренней логики.** Очевидно, что необходимы оба эти подхода. Изначально следует давать знание так, как оно возникало (например, физика в школе), а когда к этому предмету возвращаются повторно (например, физика в технических ВУЗах), то его следует преподавать, исходя из внутренней логики. Кстати, новое знание всегда преподается так, как оно возникало, так как внутренняя логика там еще не установилась.

Первичное освоение предмета знания в том виде, как оно развивалась, дает устойчивость развития, т. к. неизвестно, какие наработанные свойства, которые с позиции сегодняшнего дня кажутся тупиковыми, при новом взгляде на них при изменившихся условиях могут стать новыми точками роста. Кроме того, освоение знания тем же путем, как оно возникло, более просто для восприятия, образовательные процессы подчиняются строгим биологическим законам и их нельзя существенно ускорять и форсировать. Знание должно вырваться и в этом процессе оно порой проходит этапы, которые могут показаться ненужными с высот уже достигнутого знания. Такие попытки в образовании, особенно в математике, уже делались, и неоднократно, но все они кончались плачевно.

Чем выше здание, тем прочнее должен быть фундамент. Человек, получивший хорошее фундаментальное образование, гораздо быстрее приспособится к условиям современной жизни, сумеет найти в ней свое место, чем тот, кто поверхностно познакомился с многочисленными предметами, научился нажимать кнопки сложных приборов, не понимая сути происходящих в них процессов.

### 3. 8. Образование как нелинейная система

Можно обобщить понятие *когерентности*, понимая под ним согласованность взаимодействия различных элементов системы, которая проявляется в масштабе всей системы. Это есть следствие нелинейности социальных систем, требующих для своего существования потока вещества и энергии, что частично может выражаться в потоке информации в пространстве и времени.

Методом управления процессом саморазвития в какой-то мере может служить согласование темпов жизни структур, их синхронизация и, если возможно, создание резонансов. Резонанс в образовании наступает тогда, когда цели обучающего и обучаемого совпадают. Тогда малые воздействия будут постоянно усиливаться, достигая пределов, ограничиваемых ресурсами. Может возникнуть согласование в поведении родителей, стремящихся дать ребенку определенную специальность, и самого ребенка, имеющего способности и желание этим заниматься. Здесь воля родителей выступает как внешняя сила. И если интересы не совпадут, то будет затрачено много сил, но получен нулевой результат.

Резонансное воздействие – в нужный момент в нужное время – это согласование внешних воздействий с внутренними ритмами. Если дать ученику много различных знаний, которые лежат вне его целей, то это приведет не к знанию, а к хаосу. Если же будет достигнуто когерентное состояние, то это будет упорядоченное состояние (образовательное общество).

Когда прежние устоявшиеся отношения в образовательном пространстве приходят в противоречие с изменившимися социально-экономическими условиями, в образовательном процессе развивается неустойчивость. Показатель входа в системы в неустойчивое состояние – это появление различных образовательных новаций, накопление множества образовательных программ.

Накопление новых образовательных программ приводит, с одной стороны, к хаотизации образования, но если цели модернизации четко формулируются обществом, то из этого хаоса рождается новый порядок, создающий некоторый баланс между образованием и обществом. Если общество не теряет своих целей, то процесс перехода к новой образовательной доктрине происходит не столь катастрофически.

Нелинейные системы обладают свойством *самоорганизации*. Для образования – это переход к самообразованию.

В открытой системе новые элементы – многообразия, возникающие спонтанно, они могут быть как положительными, так и отрицательными (формируя ложное знание из-за неверно понятых положений). Для этого в системе самообразования необходима система самоконтроля. (То, о чем мы говорили, про систему ключ-замок.) Этому может способствовать система консультаций и издание различной литературы, в доступной форме разъясняющей основные достижения в различных областях науки. Система публичных лекций, выполняющих ту же задачу. Это соответствует принципу параметрического управления (в отличие от силового, используемого в обычном образовании).

Образование – пример синергетического подхода, потому что это есть результат совместного действия ученика и учителя при сильном влиянии внешней среды, формирующей цели у учеников и учителей. Именно внешняя среда формирует в разных временных интервалах некие параметры порядка, определяющие магистральное направление образовательного процесса.

Сегодня еще не преодолены узко прагматические установки, ориентирующие на узко дисциплинарный подход без горизонтальных связей, жесткое разграничение гуманитарных и естественнонаучных дисциплин. Следствием этого разграничения является не только фрагментарность видения реальности, но и ее деформация, что в условиях перехода в новую эпоху, называемую нами эпохой великого отказа, не позволяет людям адекватно реагировать на обостряющийся экологический кризис, девальвацию нравственных норм, нестабильность политических и экономических ситуаций.

Мы страдаем от неспособности охватить комплексность проблем, понять связи и взаимодействия между вещами, находящимися для нашего сегментированного сознания в разных областях. Это особо видно в действиях многих крупных организаций и властных структур,

принимающих решения, не просчитывая большую часть возможных последствий этих решений для ряда смежных областей.

Образование, на современном этапе, должно опираться на идеи целостности и фундаментальности, с учетом насущных проблем сегодняшней эпохи. Оно должно не только выполнять функцию передачи социального опыта, но в большой степени подготавливать человека к жизни в эпоху кризисов.

Сегодня необходимо фундаментальное образование, дающее целостное видение природы, человека и общества в контексте междисциплинарного диалога между гуманитарной и естественной культурой.

Сегодняшний кризис в немалой степени связан с ростом объема информации. В рамках развиваемого нами подхода нужна не информация, а ценная информация. Есть некоторая эйфория в связи с тем, что новые технологии позволят ее очень оперативно обрабатывать. К сожалению, еще достаточно долго мы не сможем эффективно извлекать из информации ценную часть. Это связано и с тем, что у людей имеется целый спектр целей, исходя из которых они выбирают, какая информация ценная, а какая нет. А это порождает фрагментарность восприятия мира, кризис самоидентификации как личности, так и социальных групп, напряженность в межнациональных и межконфессиональных отношениях, отношениях человека и природы, культуры естественнонаучной и культуры гуманитарной.

В этой связи важной задачей является создание новых курсов преподавания естествознания, которые были бы не механическим соединением традиционных курсов физики, химии, биологии и экологии, а продуктом междисциплинарного синтеза на основе комплексного историко-философского, культурологического и эволюционно-синергетического подходов к современному естествознанию.

Каждая социальная система имеет свою цель существования. Но для согласованного их функционирования нужна согласованность этих целей, выявление некоторой оптимальной траектории их совместного развития. Причем, это вовсе не подавление вышестоящими структурами нижестоящих, а согласование и попытки поставить систему в такие условия, чтобы ее цели не мешали основной цели, задаваемой вышестоящей системой. Если этого не сделать, то от цели-эталона-идеала (реальной или воображаемой) система получает сигналы, корректирующее ее поведение. Эта корректировка осуществляется за счет отрицательных обратных связей (доля сигнала с выхода системы подается на вход с обратным знаком), корректирующих любые отклонения в программе поведения, возникшие под действием внешних воздействий среды.

Процесс обучения должен быть не «вкладыванием» готового знания, а обучением поиску нужного знания. Для этого следует перераспределить количество аудиторных часов и времени на самостоятельную работу в пользу последних. Большое количество учебников, задачников,

хрестоматий различного уровня, компьютерные технологии, повышение доступности телекоммуникаций позволяют студенту гораздо более активно, быстро и успешно осваивать многие курсы, опираясь на свои силы. При этом он учится добывать ценную информацию, и в удобном для себя темпе. Ведь когда материал излагается преподавателем, то какие-то фрагменты даются недостаточно подробно, затрачивая существенно больше времени, чем необходимо для их усваивания, а какие-то проговариваются быстро и их не успевают освоить. И происходит это из-за того, что у преподавателя существуют свои собственные ценностные установки.

К сожалению, в большинстве ВУЗов сегодня ситуация иная. Огромный объем аудиторной нагрузки не оставляет студентам времени для полноценных самостоятельных занятий. Это происходит потому, что не выделяются главные параметры порядка той или иной науки, а она дается как бы «в целом».

Продолжением такого подхода является и экзамен. Нужен не пересказ услышанного на лекциях и семинарах, а демонстрация умения добывать знания самостоятельно. Здесь можно привести пример экзаменов, проводимых академиком П. Л. Капицей у себя в институте. Там предлагалось решить небольшую проблему, поставленную в достаточно общем виде, а экзаменуемый, работая с литературой, выяснял, какие ограничения и закономерности здесь существуют. Сегодня на экзаменах предлагаются задачи, но они достаточно просты и не требуют привлечения какого-либо знания, помимо изучаемого на лекциях и семинарах. Правда, при предлагаемом подходе сам экзаменатор должен быть способен к поиску новой информации.

Такой подход необходим потому, что большинство студентов, став специалистами, столкнутся именно с необходимостью решать проблемы, а не действовать по инструкции.

Кроме умения решать проблемы студента следует учить работать в коллективе. Обычно ВУЗ ставит задачу выпустить хорошего специалиста, который умеет действовать быстро и эффективно в сложных ситуациях. Но на самом деле такие проблемы решаются усилиями группы специалистов. А это значит, что студентов нужно еще в институте учить приемам «самоорганизации» в небольшие творческие группы для решения возникающих задач. То есть им надо давать не только индивидуальные задания, но и коллективные студенческие проекты, где они сами могут формировать творческие коллективы. Кроме того, они должны учиться правильно формулировать проблемы, чтобы получать помощь в виде консультаций у различных специалистов ВУЗа. Трудно ожидать, что большинство будет в состоянии самостоятельно решать сложные задачи сегодняшнего дня. Такие задачи можно найти, если студентам старших курсов дать возможность подрабатывать в фирмах

того же профиля, что и их специализация. Можно создавать студенческие коллективы, решающие реальную задачу и способные по окончании вуза составить костяк будущей небольшой инновационной фирмы.

### 3. 9. Непрерывное образование

Эпоха перестроек, идущая в нашей стране, начиная с 1985 года, сильно ударила по образованию. Низкие зарплаты, работа большинства выпускников не по специальности, отъезд наиболее талантливых и активных за границу, износ институтских фондов, дефицит лабораторных материалов, реактивов, компьютеров и т. д. Малый размер стипендий вынуждает «подрабатывать» в ущерб учебе значительное количество студентов на младших курсах и большинство студентов на старших. Многие выпускники работают не по специальности. А значительная дисквалификация происходит, если человек сразу по окончании не работал по своей специальности 2–3 года.

По расчетам авторов книги «Синергетика и прогнозы будущего» [110], опирающимся на социологические данные, шанс стать полноценным специалистом и десять лет после окончания вуза проработать по выбранной специальности есть только у одного из сотни студентов, поступивших в 1994 году. Хватит ли их, чтобы поддерживать экономику страны на нужном уровне?

Если наша власть все же решит жить не «с трубы», а с «высоких технологий», то этот «провал» в подготовке надо будет как-то компенсировать. Исправлять то, что мы имеем сегодня, придется достаточно долго и с помощью системы дополнительного образования. Поэтому в нашей стране этот вопрос имеет особое значение.

Сегодня одни считают, что сохранение числа ВУЗов с тем же числом студентов при сколь угодно малом финансировании обеспечивает примерно такое же количество и качество подготовки специалистов, что и раньше. Другие, считают, что у нас и так достаточно специалистов, практически, во всех областях, так что можно сократить затраты на высшую школу. Они полагают, что у нас слишком высокие бюджетные затраты и их следует сокращать.

Для непрерывного образования вовсе не обязательно создавать большую сеть дополнительных ВУЗов. Для многих институт нужен не столько для повышения своего профессионального уровня, сколько для повышения своего социального статуса и собственной самооценки. Кроме того, достигается некоторый уровень социальных и культурных стандартов. Такую задачу выполняет ряд провинциальных университетов США, в советское время академик Р. В. Хохлов пытался ввести систему таких институтов на базе МГУ, сегодня некоторые частные ВУЗы являются именно такими. Есть такие институты и в ряде европейских стран.

Переход к освоению нового ресурса увеличивает емкость среды. Массовое высшее образование – один из таких переходов. Кроме всего прочего массовое производство всегда тем более дешево, чем больше его объем. Но, говоря о массовости, следует иметь в виду структуру образования, о которой мы говорили выше. Не должно зачеркивать индивидуальное образование (обучение в консерватории или балетной школе высшему исполнительскому мастерству). Для элитного образования гнаться за дешевизной не следует. А вот для последнего типа ВУЗов, которые мы обсуждали выше, это вполне приемлемо. Есть расчеты, которые показывают, что количество «экономленного» общественно необходимого времени, которое общество может получить от подготовленного в вузе специалиста, в несколько раз превышает затраты на его подготовку. Кроме того, в условиях лавинообразного нарастания количества информации человек с высшим образованием легче подстраивается к смене технологий, повышает общий культурный уровень страны.

Вообще феномен массового образования стал возможен в XX в. потому, что количество «экономленного» общественно необходимого времени, которое общество может получить от подготовленного специалиста, в 6–10 раз превышало затраты на его подготовку. Затраты на подготовку конкретного специалиста, вложенные обществом – это не то же самое, что величина, характеризующая способность к обучению данного студента, но эти величины близки.

В средневековье было возможно только простейшее профессиональное или, напротив, элитарное образование. Во время научно-технической революции информационная лавина и возможность быстрой смены технологий позволяют высшей школе работать в роли «реактора-размножителя» компетентных специалистов.

Если анализировать процесс образования только в категориях «количества специалистов», «рынка специалистов», «количества образовательных услуг» и считать специалистом каждого, у кого в кармане есть диплом, то такой подход приводит к инфляции вузовского диплома и качества специалистов.

Его надо анализировать в других категориях. На самом деле есть некий предельный уровень квалификации, определяемый интенсивностью обучения и восприимчивостью, выше которого студент не поднимется, сколько бы его ни учили. И выход здесь заключается в том, чтобы указать обучающемуся цель получения образования. Это путь к самостоятельной добыче знания, к самообразованию.

На встрече с выпускниками военных академий в 1941 году И. В. Сталин предлагал ввести непрерывное образование в армии, в виде постоянного переучивания каждые 2–3 года.

В науке, непрерывность образования обеспечивают научные семинары, проводимые в институтах или университетах. История показывает, что в переломные моменты развития науки и технологии наблюдалось несколько типичных явлений. Первое – неоправданный оптимизм в отношении новшеств и новых научных направлений. Второе – большая роль личных контактов между исследователями. Гораздо большая, чем в периоды медленного, эволюционного развития.

Огромную роль играют регулярно проводимые научные конференции, школы, семинары, другие встречи, позволяющие передавать не только идеи, но и традиции от одних поколений к другим.

Если знание развивается по спирали, то обязательно должна быть константная часть, иначе будут конфликтовать поколения, получившие образование на разных этапах спирали (например, в экономике – монетаризм и государственное регулирование; в физике – свет, волна или частица?).

Элитное образование ориентируется на науку, а большая часть образования – нет, но для каждого должна быть открыта дверь. Учащийся должен всегда иметь возможность ориентироваться на некоторый уровень. При этом у него остается возможность к совершенствованию. Хуже, когда ему ставят предел развития, объявив, что на большее у него не хватает способностей.

Обучение носит пороговый характер. Только достигнув определенного уровня компетенции, ученик начинает воспринимать новое. Количество решенных задач, прослушанных курсов, практических занятий переходит в новое качество знаний и навыков, происходит переход на другой уровень, качественный скачок.

Научный прогресс лимитируется не быстродействием компьютеров или объемом банков данных, а нашей способностью генерировать новые идеи, осмысливать информацию, искать причинно-следственные связи. То есть все равно упирается в качество человека.

Огромный поток информации заставляет узко и избирательно просматривать очень малый фрагмент какой-либо области знаний. Следить за достаточно большим потоком просто нет физической возможности. Сегодня проще сделать работу заново, чем искать ее по различным информационным каналам.

### 3. 10. Дистанционное образование

Один из элементов непрерывного образования – дистанционное образование. Обычно дело представляют так, что дистанционное образование – это достижение последних лет, когда появились новые технологии. На самом деле у нас в стране есть большой опыт дистанционного образования. Это различные формы заочного образования.

Особо интересен опыт различных заочных школ при ведущих ВУЗах, например, МГУ, Физтехе, Новосибирском университете. Продолжением этой работы были заочные туры олимпиад, которые служили определенными экзаменами проведенной самостоятельной работы. Заочные школы интересны тем, что в них учились люди, осознавшие необходимость самообразования, то есть имевшие цель, близкую к той, которую ставили эти школы [112]. В отличие от этой категории, очень часто в заочные школы шли люди, целью которых было повышение своего социального статуса, а не получение нового знания. Советский опыт заочного образования, решавшего совершенно ясные социально-политические задачи, всегда вызывал огромный интерес во всем мире. Этот интерес оправдан. Заслуги системы заочного образования, реализованной в СССР в ходе культурной революции, в деле создания в 30-е годы и в первое послевоенное время остро необходимого тогда государству корпуса специалистов высокой квалификации, действительно велики. Но со временем качество заочного образования стало падать. Определенным подспорьем в работе этих школ было издание вспомогательной литературы, особенно научно-популярных журналов, например «Природа», «Квант», «В мире науки», а в последнее время – «Соросовский образовательный журнал».

Главное, чтобы у обучающегося была цель, для чего ему необходимо получить новое знание, а современные формы виртуального образования дают возможность за более короткое время с меньшими затратами получить необходимые знания.

Есть мнение, что сегодня Интернет является некоторой формой реализации идеи В. И. Вернадского, Е. Ле-Руа и Тейяра де Шардена о ноосфере как саморазвивающейся интеллектуальной «оболочке» Земли.

Правда, существуют специальности, по которым нельзя стать хорошим специалистом только дистанционным образом, например, врачом. Дистанционное образование, как правило, не может служить основным способом усвоения обязательной программы средней школы, призванной обеспечивать выполнение требований предписываемого законом образовательного стандарта.

Дистанционно науки могут преподаваться людям, уже зрелым и имеющим высшее образование в близкой области знания, с целью помочь образованному человеку, дав ему возможность несколько изменить, уточнить или просто повысить свою квалификацию.

Иначе говоря, необходимо, чтобы человек осознал необходимость получения дополнительного образования и умел «добывать» знание самостоятельно.

Бывший ректор МФТИ, обобщая опыт работы ЗФТШ при Физтехе, отмечает, что для участия в заключительном этапе Всероссийской

олимпиады по физике и математике состязательно отбирается, грубо говоря, один школьник из десяти тысяч [119], что хорошо корреспондирует данным Института морфологии человека РАМН, в соответствии с которыми «реальным творчеством, а не комбинаторикой занимается примерно один на десять тысяч человек» [297].

Массовое образование необходимо для формирования элиты. Это дает возможности для выбора. И при недостаточном массовой, квалифицированной и культурной поддержке элита теряет свою эффективность. Ведь их наработки кто-то должен выполнять. Пирамида интеллекта и культуры может быть устойчивой, когда стоит на широком основании надежной образованности широких масс.

Массовые олимпиады позволяют выявлять лучших учеников, дают возможность фиксировать те школы, где, судя по всему, работают хорошие учителя. И если они, как Соросовские, проводятся массово по единым правилам, а в школы, ученики которых участвовали в олимпиаде, высылаются сведения о баллах, полученных каждым из них за каждую из задач, вместе с данными по всей России о распределении участников по баллам, то каждый сможет найти свое место и объективно себя оценить на множестве своих сверстников.

### 3. 11. Качество образования

Качество дорого. Но не менее дорог и контроль качества. Поэтому проводить серьезную проверку по большому количеству параметров – очень дорогостоящая процедура. И при недостатке средств организовать такой контроль просто не возможно. При нормальном функционировании государства такой дорогостоящий контроль и не нужен. Если у образования есть цель (сформулированная государством) и есть производства, ей следующие (потребители), то последние сформируют требования, по которым и будут контролировать качество подготовленных специалистов. Если специалисты этим требованиям не удовлетворяют, то институт будет лишаться студентов, которые не захотят быть безработными, а вследствие этого – и финансирования. Поэтому сам институт будет корректировать процесс обучения так, чтобы он соответствовал требованиям заказчиков и потребителей образования. Нечто подобное будет происходить и внутри института. Выпускающие кафедры, зная, какие выпускники от них потребуются, с какими знаниями, будут ставить требования кафедрам, осуществляющим общую подготовку. Имея такие критерии, институты сформулируют требования к выпускникам школ через вступительные экзамены. Естественно, что, коль скоро у нас есть институты, готовые по разным специальностям и для разных целей, экзамены в разные ВУЗы не могут быть одинаковыми.

Образовательный стандарт – это минимум. Но в силу неоднородности образования один стандарт для всех групп ВУЗов не очень продуктивен. Плохо, если для элитного ВУЗа будут готовить по тому же стандарту, что и для учебных заведений третьей группы.

Качественно усвоен может быть только тот материал, которым человек умеет пользоваться (например, в процессе решения задач, либо уметь выводить необходимое знание из некоторого базового знания). Необходимо не просто получать некий объем знания, а понимать структуру предмета, его логические связи и уметь восстанавливать некоторые его фрагменты по известной части.

Есть связь между всеобщим образованием и качеством образования. Когда мы устанавливаем некоторый порог необходимого знания, то всегда найдутся учащиеся, которые по тем или иным причинам не усвоят его полностью. Чтобы улавливать эти различия, вводится система оценок. Они нужны не только преподавателю, чтобы представлять ситуацию в его учебной группе, но и самим учащимся, чтобы правильно строить свою образовательную стратегию. И вовсе не следует путем снижения «планки» добиваться, чтобы все осваивали предмет на положительную оценку. Ведь нужны специалисты определенного уровня, а не просто обладатели дипломов.

Чем выше здание, тем прочнее должен быть фундамент. Так и со специалистом, чем лучше он должен быть, тем более добротное фундаментальное образование он должен получить. При этом он сумеет гораздо быстрее приспосабливаться к меняющимся условиям современной жизни и находить в ней свое место, чем тот, кто поверхностно познакомился с многочисленными современными предметами, которые составляют некую мозаику, не складывающуюся в целое.

В этом плане важно изучение в школе математики и одной из самых продвинутых областей естествознания – физики. Они нужны не сами по себе, а для развития способностей к абстрактному мышлению (математика) и выработке умения мыслить модельно (физика). Если эти умения не заложены еще в школе, в дальнейшем их развить очень сложно.

Но надо иметь в виду, что учащиеся неоднородны по своим способностям и целям. То есть для каждого имеется свой уровень квалификации, определяемый интенсивностью обучения, его восприимчивостью к обучению, и выше которого он не поднимется при данных ресурсах, вкладываемых в образование. И если вложенное количество не переходит в новое качество, образование новой целостности – специалиста (специалист – это не собрание знаний, а человек, умеющий решать определенные проблемы), то можно считать, что средства потрачены зря.

Отсутствие постановки цели образования от государства разрушает общую цепочку образования от школы до ВУЗа. Поэтому сегодня школа сама ставит себе задачи, чему и как учить. А в результате мы

имеем очень низкую подготовку поступающих в ВУЗы. Отсутствие задачи от государства приводит к тому, что целью ВУЗа становится желание сохранить себя, сохраняя для этого достаточное количество студентов, так как от этого зависит штатное расписание. В результате они дают набор знаний, а не умений.

Но все же, сегодня еще сохранились некоторые стандарты и задачи с доперестроечного периода, поэтому ВУЗы, получая абитуриентов не соответствующего качества, вводят группы повторного и дополнительного обучения, чтобы хоть как-то поднять их уровень до некоторого стандартного. То есть ВУЗы берут на себя часть работы школы. Но такая ситуация приводит к тому, что ВУЗы выпускают профессионально несостоявшихся людей, а это пагубно сказывается на культурных и нравственных стандартах общества.

Очень часто ВУЗы, чтобы привлечь дополнительных студентов, открывают модные специальности, лежащие в перпендикулярном направлении к основной. В результате складывается негативное отношение студентов и преподавателей к основной специальности, и они морально готовы по окончании стать, например, курьером с дипломом в банке. Естественно, при этом студент будет весьма с прохладцей относиться к своим занятиям в ВУЗе. Ведь его задача – получить диплом, а не знания.

Порядок здесь может навести только государство. Именно оно должно согласовать процесс обучения с последующим наличием рабочих мест. Тогда образование будет не затратным, а эффективным.

Сегодня, в условиях ухудшения социально-экономической ситуации, понижения степени управляемости системой высшего образования России, особое внимание следует сосредоточить на создании «точек роста», которые помогут сохранить интеллектуальный потенциал нации для последующего развития. А это требует не только деклараций, но и реальных действий властей на пути долгосрочного развития. Одна ситуация, если ставится задача – сделать сырьевую страну, и другая – если предполагается создать в стране инновационную экономику. Сегодня «национальный заказ», подтвержденный ресурсами, для науки и образования все еще не сформулирован. Вернее, бездействие в этом направлении показывает, что государство собирается жить с сырьем.

Если будет принят план «технологического прорыва» страны, то надо будет определить небольшое число приоритетов – ключевых отраслей и технологий, которые будут ведущими в условиях «технологического рывка». Далее надо будет установить приоритет в повышении уровня образования в этих ключевых областях, как национальный приоритет, причем, задачи для образования ставить с учетом перспектив.

Надо готовить рабочие места для выпускников, чтобы целью учащегося было освоение специальности, а не получение диплома. Необходимо

формировать в массовом сознании авторитетные образы преподавателя, ученого, инженера в России. Сохранение нынешнего социального статуса этих профессий становится все более существенным сдерживающим и дезориентирующим фактором.

Успех высшей школы невозможен без изменений в средней школе. В условиях ограниченных ресурсов следует произвести перераспределение ресурсов, не стараясь сохранить все, а в первую очередь то, что является важным для развития страны.

Именно эти лидирующие отрасли сформируют перестройку и активизацию всей системы образования. Конечно же, это должны быть в первую очередь ВУЗы естественнонаучного профиля. Но сегодня прорыв невозможен без уделения достаточного внимания и общественным наукам. Причем, это должны быть не независимые направления, они должны идти в определенном единстве. И здесь будет полезен опыт создания элитных вузов в послевоенное время.

Надо будет привлекать на временной основе специалистов из развиваемых областей. Необходимо восстановить системы олимпиад по различным предметам, от районных до всероссийского уровня, поддерживать системы заочных школ по естественным наукам, дающим дополнительное образование в ряде предметов. Это позволит выровнять возможное талантливейшей молодежи из разных регионов страны. Нужно развивать систему олимпиад по различным предметам в ВУЗах для студентов, и дать возможность победителям олимпиад продолжать обучение в ведущих ВУЗах. При этом не следует стремиться к тому, чтобы студент успевал по всем предметам. Важно, чтобы он показывал успехи в профильных дисциплинах. Конечно, хорошо, когда человек показывает высокие результаты в различных областях, но можно привести пример героя А. Конан Дойля Шерлока Холмса, который, будучи, несомненно, талантливым человеком и проявляя большие успехи в своей профессиональной деятельности, обладал очень малыми сведениями в других областях.

### 3. 12. Иностранный опыт

То, что мы называем постиндустриальным обществом – это не есть общество равных возможностей. Есть «продвинутая» часть стран (первая группа), живущая с инноваций. При этом не работают обычные механизмы конкуренции. Цена на них завышена из-за уникальности этого товара. Когда страны следующего уровня пытаются догнать первую группу и начинают тоже выпускать эту продукцию, то начинают работать обычные механизмы конкуренции и цена устанавливается практически на уровне издержек. И, наконец, есть страны, которые не могут даже повторить эти новшества из-за низкой образованности об-

щества и неразвитости экономики, они живут только за счет поставок сырья, хозяевами которого, кстати, они очень часто и не являются. Кроме того, следует иметь в виду, что, при обмене сырья на продукты – результат нескольких переделов, оплачивается зарплата работников, осуществляющих эти переделы. Равно как и страны первой группы, завышая цены на свои изделия, заставляют другие страны, потребителей их инноваций, оплачивать свой высокий жизненный уровень. И надо понимать, что, по факту, мы сегодня – страна из третьей группы.

Нам внушают мысль, что надо копировать все, что только возможно, у стран первой группы (которые, кстати, тоже не однородны, лидером здесь является США) для того, чтобы войти в их число. Естественно, что для создания полной копии не хватит ресурсов (сегодня только США потребляют больше 40% всех ресурсов мира, так что места для второй такой страны просто нет), тогда начинают копировать лишь отдельные элементы и при этом вдруг выясняется, что жизнь не только не улучшается, а ухудшается.

А это и понятно. Разные страны имеют разные темпы развития, разные параметры порядка и структуры общества. В них решаются разные задачи. Они имеют разный уровень ресурсов. Заимствуя из сложившихся структур одного уровня некоторые элементы и внедряя их в другую структуру, другого уровня, мы зачастую получаем результаты, прямо противоположные ожидаемым.

У нас уже есть печальный опыт подобного рода – экономические реформы 1992–1993 гг. в России, когда мы хотели сделать «все как у них». Более того, основными консультантами были, якобы, ведущие экономисты США, классики монетаризма. Однако в России меры, вытекающие из этой концепции, привели к пагубным последствиям для большинства регионов, социальных групп, отраслей промышленности и сельского хозяйства. Одни элементы, взятые в отрыве от других, оказались либо нежизнеспособны, либо начали функционировать совершенно иначе.

В этих условиях, если мы правильно понимаем пути мирового развития, следует искать свой собственный путь встраивания в этот процесс, опираясь на свои собственные ресурсы.

Все, что мы говорили, имеет прямое отношение к копированию опыта развития образования в странах первой группы, особенно американского образования, для нашей образовательной системы. Американская средняя школа решает, прежде всего, задачу социализации, воспитания лояльных граждан, готовых «играть по правилам» и принять общественную систему с высоким уровнем социального неравенства. А когда им нужны специалисты в той или иной области деятельности, они просто приглашают их со всего мира. Так, например, 40% сотрудников «Силиконовой долины» – это иностранцы. США, являясь эмитентом мировой

валюты, живет в долг. У них постоянно происходит превышение расходов на покупку товаров за границей по сравнению с тем, что они получают от продаж. Поэтому благоденствие большинства граждан в США есть результат работы граждан других стран. Совсем другая ситуация у нас. Главная цель нашей школы – развитие мышления, памяти, способностей, знакомство с основами науки, создание хороших стартовых условий для дальнейшего образования, так как нам нигде взять специалистов, которые нужны для нормального функционирования страны, и не на задворках мира.

Учащиеся первых курсов большинства американских университетов доучивают то, что наши школьники проходят в 9–11 классе. И поэтому американские бакалавры сплошь и рядом по уровню подготовки, работе, которую они могут выполнять, эквивалентны нашим выпускникам техникумов. Но если у нас в стране действительно острая нехватка таких специалистов, то надо усиливать сеть техникумов, это дешевле и позволит поднять «планку» при поступлении в ВУЗ.

В стабильной, богатой экономике США нет особых проблем с созданием рабочих мест для специалистов разного уровня подготовки, хотя выпускники колледжей очень сильно разнятся, в зависимости от мест, где они обучались. Для нас же это просто распыление средств, которых и так не хватает. Сегодня у нас обучение в ВУЗе – это просто «отложенная безработица». То есть наше образование сегодня совсем не соответствует кризисному состоянию народного хозяйства.

Образованный человек, действительно, бывает бедным реже необразованного. Однако, когда мы даем уровень образования, не соответствующий экономическим условиям общества, в котором он живет, то закрываем перед ним многие пути в этом обществе и вынуждаем наиболее способных сотрудничать с обществом, по образцу которого мы и пытаемся построить свое. Иначе говоря, мы, при своей бедности, готовим специалистов для стран первой, а сегодня и второй группы.

Существенно, что насаждение западной системы образования в России (да и в целом ряде других стран), означающее значительное снижение его качества, позволяет выявлять и концентрировать в развитых странах и транснациональных корпорациях таланты, лишая породившие их общества возможности использовать их. И, кроме того, такой подход формирует в неразвитых странах не национально, а прозападно ориентированные элиты. Это есть не что иное, как способ извлечения интеллектуального ресурса менее развитых стран при помощи распространения западных стандартов образования под видом борьбы с бедностью.

Интересно отметить, что сами американцы недовольны своим массовым образованием. И забота об уровне образованности общества проявляется на самом высоком уровне, причем, все ее идеи подкреп-

лены достойной финансовой поддержкой. А мы обсуждаем, как нам взять то, от чего отказываются сами американцы. Как нам реформировать образование, уменьшив при этом затраты из бюджета.

Конечно, в системе образования США есть и положительные моменты, но они касаются не массового, а элитного образования. Но нам опять же не удастся это скопировать из-за ограниченности наших ресурсов.

Например, в США специалист меняет большое количество мест в течение своей трудовой деятельности, что позволяет иметь гибкую систему перетока кадров в те отрасли, которые сейчас наиболее бурно развиваются. Мы же имеем практически «пожизненный найм». И главное здесь – проблема жилья. Зарплаты таковы, что сотрудник не может нанять жилье, не говоря уже о покупке. Такая ситуация конечно же не может приветствоваться. Образование структур требует протока через них вещества и энергии. Отсутствие достаточно интенсивных потоков людей приводит к вырождению систем. Проект постройки Академгородков давал большую отдачу в момент своего создания, но через определенное время он начал вырождаться из-за недостаточного «протока» специалистов.

Из-за ограниченного потока страдает и образование. Причем, не только преподавательские кадры, но и студенты. Ведь сегодня у ВУЗов практически не осталось общежитий.

Сегодня в большинстве ВУЗов России, отраслевой и академической науке чувствуется недостаток доступа к потокам информации о происходящем в мировой науке и образовании, а это способно в течение нескольких лет превратить серьезного профессионала в дилетанта.

Да и у студентов нет широкого доступа к библиотекам, фонды которых очень плохо пополняются. В то время как сегодня компьютеры позволяют очень просто решить эту задачу с помощью так называемых электронных читалок.

Так что действительно хорошее мы и не можем взять. Нет денег.

Конкуренция при наличии многих кандидатов на одну и ту же должность и жесткие рыночные механизмы снимают вопрос о том, получил студент нужные знания или нет. Недостаточно образованный быстро будет выявлен либо работодателем по результатам работы, либо профессиональным сообществом, защищающим корпоративные интересы и заинтересованным в поддержании высоких профессиональных стандартов. Мы же, в силу своих экономических возможностей, не можем включить этот механизм. В результате у нас идет конкурс дипломов, и мы думаем, как отделить выдачу «фальшивых» дипломов от настоящих. В нормально работающей экономической системе нет таких проблем.

Низкая заработная плата в науке и образовании становится еще одним оправданием профессиональной деградации. В таких условиях будет происходить дальнейшая инфляция высшего образования. За создание обратных связей платить нечем, а значительное усиление формального контроля за деятельностью высших учебных заведений не более, чем имитация, призванная замаскировать истинное положение дел.

В США и ряде стран Европы наиболее активный период работы и творческого роста приходится на следующий за защитой диссертации и более длительный период. Категория лиц, которую зарубежные исследователи условно относят к «post doctoral students», в среднем получает (или не получает) постоянную работу в течение 5–7 лет. При этом они, как правило, начинают работу не в том месте, где заканчивали аспирантуру. Им обычно приходится прилагать значительные усилия, чтобы зарекомендовать себя, добиться участия в грантах, включения своих специальных курсов в программу и т. д. Эта нестабильность их положения стимулирует высокий уровень активности, рост творческого потенциала.

Система грантов, практика работы с крупными фирмами приводят к необходимости существенного пересмотра или коррекции научной тематики за характерное время 3–4 года. (При условии, что смена технологий сегодня происходит, в среднем, за 7 лет, такая мобильность позволяет быстро находить магистральные направления.) Структуры в сфере образования и науки в США не только легко рождаются, но и легко прекращают свое существование.

Мобильность и конкуренцию – вот что надо бы было копировать с Запада. Но это очень затратно и не может работать без изменения общего состояния в экономике.

В заключении два слова о Болонском процессе. Он имеет свои плюсы и минусы. Плюс – образование приобретает большую базу, что повышает его качество и мобильность. Чем выше объем образования, тем выше его качество. А его объем зависит от объема потребности в специалистах. Россия сможет при определенных условиях стать одним из центров международного образования.

Но есть и минус. При нынешних условиях это еще один канал утечки мозгов из страны.

---

---

## СЛОВАРЬ

*Авторепродуктивность* – самовоспроизведение социальных систем.

*Аттрактор* (т. е. притягиватель) – притягивающее множество в фазовом пространстве. Название аттракторов получили установившиеся режимы движения, так как они «притягивают» соседние режимы (переходные процессы).

*Базовая* (или простейшая) модель – модель, описывающая суть явления и позволяющая получить достаточно общие качественные результаты.

*Большой скачок* – переход социальной системы из одного устойчивого состояния в другое.

*Вероятностный стиль мышления* – стиль мышления, учитывающий вероятностные закономерности не как результат незнания, а как объективную необходимость.

*Грубость системы* – свойство системы не менять своего поведения при малых деформациях особых точек. В таких системах качественные выводы являются общими и остаются справедливыми, даже если параметры модели определены не точно или варьируются от случая к случаю.

*Двузначность имиджа* – результат разного описания одного и того же явления.

*Двусмысленность имиджа* – результат одинакового описания разных явлений.

*Детерминистский стиль мышления* – стиль мышления, учитывающий только детерминистские закономерности и трактующий вероятностное описание как результат незнания истинных закономерностей.

*Дивергентная фаза развития систем* – этап, характеризующийся увеличением разнообразия возможных режимов и свойств системы, он необходим для поиска новых возможностей существования.

*Динамическая система* – система с конечным числом степеней свободы, описываемая системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

*Динамическое поведение* – поведение объекта, которое может быть описано системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

*Диссипативная система* – система, в которой один вид энергии переходит в другой.

*Имидж информационной системы* – та часть информации, которой обмениваются в процессе взаимодействия различные системы.

*Индукторы* – факторы, влияющие на дифференциацию и структурообразование систем.

*Индукция* – процесс дифференциации и структурообразования систем под действием индукторов.

*Инновации* – внедрение нового.

*Информационная энтропия* –  $S_{\text{inf}} = \log_2 n$ , где  $n$  – число стационарных устойчивых макросостояний.

*Информация* – запомненный выбор.

*Информация вторичная* – записанная с помощью некоторого кода (например, алфавитного письма), восприятие которой требует определенной компетенции реципиента.

*Информация первичная* – информация, воспринимаемая непосредственно.

*Кибернетика* – наука об общих принципах управления в сложных динамических системах, о средствах управления и об использовании их в технике, в человеческом обществе и в живых организмах. Наука о способах восприятия, передачи, хранения, переработки и использования информации в машинах, живых организмах и их объединениях.

*Когерентность* – согласованность взаимодействия различных элементов системы, которая проявляется в масштабе всей системы.

*Компетенция* – способность к восприятию информации.

*Компетенция (подготовленность) структур* – способность структур переходить к следующей стадии развития.

*Комплементарность* – дополнительность одной системы по отношению к другой.

*Конвергентная фаза развития систем* – уменьшение разнообразия свойств системы с одновременным ее совершенствованием, процесс адаптации системы.

*Коэффициент эффективности информации* – отношение количества ценной информации к количеству полной информации.

*Методы редукции* – способы сведения системы, содержащей большое число дифференциальных уравнений (и, следовательно, переменных), к более простой системе из меньшего числа уравнений. Редуцированную систему уравнений называют базовой.

*Мультистационарная система* – система, имеющая несколько устойчивых состояний.

*Нелинейный (или синергетический) стиль мышления* – стиль мышления, допускающий наличие детерминистских и вероятностных закономерностей и переход одних в другие.

*Неустойчивость системы* – такое ее состояние, когда малые внешние воздействия приводят к катастрофическим результатам.

*Осмысленность информации* – выделение той части информации, которая в данных условиях может быть использована для какой-либо цели. Осмысленность информации зависит от уровня компетенции рецепторов.

*Особые точки* – точки фазового пространства, в которых может пересекаться несколько, и даже бесконечно много, интегральных кривых.

*Параметрический способ перевода системы из одного устойчивого состояния в другое* – способ перевода системы из одного состояния в другое за счет изменения некоторого ее параметра. В этом случае вначале фазовый портрет системы изменяется так, что система сама начинает движение в сторону нового состояния, а когда будет пройдено достаточное расстояние, фазовый портрет восстанавливают.

*Параметры порядка* – параметры, которые остаются после редукции сложных систем и создания относительно простых базовых моделей.

*Предельные циклы* – замкнутые изолированные траектории в фазовом пространстве динамической системы.

*Принцип Кулона* – принцип, состоящий в следующем: стремясь обнаружить ту или иную закономерность, необходимо обеспечить достаточную точность измерений, но ее превышение может привести к тому, что искомая закономерность из-за маскирующих ее «шумов» не будет обнаружена.

*Простейшие (или базовые) модели* – это такие модели которые, во-первых, описывают основные черты рассматриваемого явления, во-вторых, содержат минимальное число переменных и параметров, и в-третьих, в которых при малом изменении параметров и слабом расширении базовой системы (то есть добавлении высших производных и/или новых членов с малыми коэффициентами) решения должны меняться мало.

*Процесс выбора* – случайный процесс, в результате которого реализуется одно из возможных состояний в той или иной области притяжения фазового пространства. При этом выживают далеко не самые наилучшие.

*Процесс научения* – передача информации более высокого уровня системам более низкого уровня.

*Процесс отбора* – выживание «наилучшего» (наиболее приспособленного).

*Рецепция* – процесс приема информации.

*Реципиент* – приемник информации.

*Сепаратриса* – линия, которая делит фазовое пространство на области притяжения.

*Силовой способ перевода системы из одного устойчивого состояния в другое* – способ воздействия на систему, позволяющий перевести изображающую точку (точку на эволюционной кривой в фазовом пространстве) через сепаратрису и, тем самым, вывести систему из одного устойчивого состояния и перевести в другое. Этот способ назван так потому, что он соответствует изменению динамической переменной под действием внешнего импульса (силового воздействия).

*Синергетика* – это не отдельная наука, а скорее термин, говорящий об общности интересов и математических методов исследования родственных нелинейных явлений в разных областях науки.

*Сложность информации* – это выраженная в битах длина самой экономической программы, порождающей последовательность двоичных знаков, описывающих объект. Понятие сложности относительно – оно зависит от уровня рассмотрения, уровня рецепции. Так, например, для геолога тот или иной образец – сложная система, которую он описывает большим количеством информации, а для обычного гражданина – это просто камень, который он может описать, используя минимум информации. Иначе говоря, сложность зависит от цели.

*Социальная бюрократия* – механизм, имеющий целью затруднить переключение и тем предохранить структуру от слишком поспешных решений.

*Статистические закономерности* – закономерности массовых случайных явлений.

*Стиль мышления* – совокупность познавательных форм – фундаментальных категорий, понятий, методов, принципов и схем объединения действительности.

*Стохастическое поведение* – случайное поведение.

*Странные аттракторы* – аттракторы, отличные от состояний равновесия и строго периодических колебаний. Они отличаются от простых аттракторов тем, что все их траектории неустойчивы и с течением времени перемешиваются, оставаясь, однако, в пределах области аттракторов.

*Топологическая теория нелинейных динамических систем* (ТТНДС) – она состоит из теории диссипативных структур (И. Пригожин и Г. Хакен); теории автоколебаний и автоволновых процессов (Л. И. Мандельштам, А. А. Андронов, Р. В. Хохлов, А. М. Жаботинский); теории «странных аттракторов» и фракталов (Е. Н. Лоренц, Б. Мандельброт); теории катастроф (Р. Том), базирующейся на теории особенностей гладких отображений Уитни; теории бифуркаций динамических систем (А. Пуанкаре, А. А. Андронов); теории солитонов (Дж. Рассел, Н. Забуски, М. Крускал); теории стохастизации динамических систем (А. Н. Колмогоров); качественной теории дифференциальных уравнений (А. Пуанкаре).

*Триггерные ситуации* – ситуации, когда система, находящаяся в одном из устойчивых состояний, скачком переходит в другое по сигналу извне.

*Уровень рецепции* – восприятие информации в зависимости от компетенции реципиента.

*Фазовое пространство* – это множество, элементами которого является набор переменных и скоростей их изменения.

*Хронотроника* – междисциплинарная наука, изучающая эволюцию общества во времени и пространстве, как систему взаимовлияния человека и природы, с целью нахождения оптимальных путей развития в условиях ограниченных ресурсов, на основе выявления объективных закономерностей в природе и обществе.

*Ценная информация* – информация, способствующая достижению поставленной цели.

*Энтропия* – логарифм числа доступных микроскопически различных состояний, которыми может быть осуществлено данное макроскопическое состояние.

*Эргодические системы* – системы, для которых среднее по времени значение величин, характеризующих систему, равно их средним статистическим значениям.

*Эффективность социальной информации* – отношение количества ценной информации к количеству полной.

---

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автухович Э. В., Бутова Н. К., Дорин Б. Л. и др. Оценка потенциала роста экономики России с помощью математической модели. – М.: ВЦ РАН, 2000.
2. Академик Л. И. Мандельштам: К 100-летию со дня рождения. – М.: Наука, 1979.
3. Аллак Ж. Вклад в будущее: приоритет образования. – М.: ЮНЕСКО, 1993.
4. Алферов Ж. Ослов и ученых на середину // Литературная газета. – 1995, №46.
5. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Е. Теория колебаний. – М.: Наука, 1987.
6. Андронов А. А., Леонтович Е. А., Гордон И. И., Майер А. Г. Качественная теория динамических систем второго порядка. – М.: Наука, 1966.
7. Анищенко В. С. Сложные колебания в простых системах. – М.: Наука, 1990.
8. Анисимов С. Ф. Человек и машина // Философские проблемы кибернетики. – М., 1958.
9. Аносов Д. В., Синай Я. Г. // Успехи мат. наук. – 1967. Т. 22, № 5.
10. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1971.
11. Архипова Н. И., Кульба В. В. Управление в чрезвычайных ситуациях. – М.: Рос. гос. гуманитар. ун-т, 1998.
12. Аршавский И. А. Биологические корни познавательной деятельности живых систем в свете данных негэнтропийной теории онтогенеза // Культура и развитие научного знания. – М., 1991. С.96-122.
13. Аршинов В. И., Буданов В. Г. Синергетика наблюдения как познавательный процесс // Философия, наука, цивилизация. – М., 1999. С.231–255.
14. Аршинов В. И., Буданов В. Г., Суханов А. Д. Естественнонаучное образование гуманитариев: на пути к единой науке // Общественные науки и современность. – 1994. №5.
15. Аршинов В. И., Смирский Я. И. От смыслопрочтения к смыслопорождению // Вопросы философии. – 1992. № 2. С. 145–152.
16. Афанасьев В. Г. Социальная информация и управление обществом. – М., 1975.
17. Ахманова О. С. Словарь лингвистических терминов. – М.: Сов. энциклопедия, 1966.
18. Ахромеева Т. С., Капустин М. А., Кашенко С. А. и др. Новые направления системного анализа и компьютерного моделирования образовательной стратегии и политики России // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. М. 2001.
19. Ахромеева Т. С., Кашенко С. А., Малинецкий Г. Г. Информатизация высшей школы России с точки зрения синергетики и концептуального проектирования // Известия РАЕН. Серия: Математика, Мат. моделирование, Информатика и Управление. 1997. Т. 1, № 4. С. 74–107.
20. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Парадоксы мира нестационарных структур. – М., 1985.
21. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. – М.: Наука, 1992.

22. Ахромеева Т. С., Малинецкий Г. Г. Системный кризис средней школы и инновационная экономика // Математика. Компьютер. Образование: Сб. научных трудов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. Вып. 7, часть 1. С. 118–123.
23. Ахромеева Т. С., Малинецкий Г. Г. «Колониальное образование» и «технологический занавес» как стратегические угрозы // Материалы VIII Международной конференции. «Проблемы управления безопасностью сложных систем», 19 декабря 2000, Москва. С. 17–19.
24. Бранский В. П. Теоретические основания социальной синергетики // Вопросы философии. 2000. № 4. С. 112–129.
25. Баранцев Р. Г. Комплексирование управляющих параметров // Логико-алгебраические методы в науке, технике и экономике. – Ульяновск: УГТУ, 2000. Т. 1. С. 11–13.
26. Баранцев Р. Г. Многомерные слои общения // Логико-алгебраические методы в науке, технике и экономике. – Ульяновск: УГТУ, 2000. Т.1. С.18–19.
27. Баранцев Р. Г. Время, динамика, синтез // Темпоральные аспекты моделирования и прогнозирования в экологии. – Рига: Латв. гос. ун-т, 1986. С. 67–84.
28. Баранцев Р. Г. Нелинейность-когерентность-открытость как системная триада синергетики // Мост. – 1999. – № 29. С. 54–55.
29. Баранцев Р. Г. От полноты – к целостности // Проблемы цивилизации: материалы семинара. – СПб, 1992. – С. 5–11. Целостность против полноты // Русская философия и современный мир. – СПб: СПбГУ. 1995. С. 29–31.
30. Баранцев Р. Г. Бинарная наследственность, тернарные структуры, переходные слои // Синергетика. Т. 3. – М.: МГУ, 2000. – С.353–361.
31. Баранцев Р. Г. Тупиковость одномерного воображения // Социальное воображение. – СПб: Изд-во СПб филос. общ-ва., 2000. С. 98–101.
32. Баранцев Р. Г. Испытание цвишенизмом // Страна Культура. – Владивосток, 2000. – № 8–9. С.11; Будущее России: новые нравственные императивы // Социология и общество. – СПб, 2000. С. 282–283.
33. Басин М. А., Шилович И. И. Синергетика и Internet (путь к Synergonet). – СПб: Наука. 1999.
34. Берг А. И., Черняк Ю. И. Информация и управление. – М. 1966.
35. Берн Э. Игры, в которые играют люди. Психология человеческих взаимоотношений. Люди, которые играют в игры. Психология человеческой судьбы. – Л.: Лениздат, 1992.
36. Бирюков Б. В. Кибернетика и методология науки. – М. 1974.
37. Бонгард М. М. Проблема узнавания. – М.: Наука, 1967.
38. Блюменфельд Л. А. Проблемы биологической физики. – М.: Наука. 1977.
39. Бриллиозн Л. Научная неопределенность и информация. Пер. с англ. – М., 1966.
40. Бриллиозн Л. Наука и теория информации. – М.: Физматгиз. 1960.
41. Братимов О. В., Горский Ю. М., Делягин М. Г., Коваленко А. А. Практика глобализации: игры и правила новой эпохи. – М.: Инфра-М. 2000.
42. Буданов В. Г. Синергетические аспекты информационных кризисов и культура // Философия и наука. – Москва: ИФ РАН. 1996.
43. Буданов В. Г. Концепция естественнонаучного образования гуманитариев: эволюционносинергетический подход // Высшее образование в России. – 1994. №4.
44. Буданов В. Г. Синергетические стратегии в образовании // Философские проблемы образования. – Москва: РАГС. 1996.
45. Буданов В. Г. Принципы гармонии как эволюционные синхронизмы – начала демистификации // Математика и искусство. Труды II международной конференции «Нелинейный мир». – Москва: Прогресс-традиция, 1997.
46. Буданов В. Г. Принципы гармонии как холистические правила эволюционного суперотбора // Современная картина мира. Формирование новой парадигмы. – Москва. 1997.
47. Буданов В. Г. Синергетика для гуманитариев // Труды международной конференции «Математика. Компьютер. Образование». Пушино. – М.: Прогресс-традиция, 1997. С. 48–55.
48. Буданов В. Г. Синергетические аспекты информационных кризисов и культура // Философия и наука. – Москва: Изд. ИФ РАН, 1996.
49. Буданов В. Г. Синергетические стратегии в образовании. // Философские проблемы образования. – Москва: Изд.РАГС, 1996.
50. Буданов В. Г. Синергетическая алгебра гармонии // Синергетическая парадигма. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. С. 121–137.
51. Буданов В. Г. Междисциплинарные технологии и принципы синергетики: проблемы и коррективы // Синергетика. Труды семинара. Вып.1. – М.: МГУ, 1998. С. 5–17.
52. Буш Г. Я. О диалогической теории творчества // Современные проблемы теории творчества. – М., 1992. С. 12–27.
53. Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. Новый доклад римскому клубу. – М.: Academia, 2000.
54. Валянский С. И., Калюжный Д. В., Недосекина И. С. Введение в хронотронику. – М.: АИРО–XX. 2001.
55. Валянский С. И., Калюжный Д. В. Понять Россию умом.– М.: Эксмо, 2002.
56. Валянский С. И., Калюжный Д. В. Русские горки. В 2-х томах – М.: Астрель. 2004.
57. Валянский С. И., Калюжный Д. В. Третий путь цивилизации. – М.: Алгоритм. 2002.
58. Василькова В. В. Порядок и хаос в развитии социальных систем. – СПб: Лань, 1999.
59. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М.: Наука, 1983.
60. Винер Н. Кибернетика и общество. – М.: ИЛ, 1958.
61. Вильсон А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем. – М.: Наука, 1978.
62. Вишневский А. Г. Демографическая модернизация России и ее противоречия // Мир России. – 1999. – Т.VIII, № 4 (24). С.5-22.
63. Войшвилло Е. К. Попытка семантической интерпретации статистических понятий информации и энтропии // Кибернетику на службу коммунизму. Т. 3. М.–Л., 1966.
64. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.
65. Волькенштейн М. В. Общая биофизика. – М.: Наука, 1978.
66. Воробьев Ю. Л., Малинецкий Г. Г., Махутов Н. А. Управление рисками и устойчивое развитие. Человеческое измерение // Общественные науки и современность. – 2000. №4. С. 150-162.
67. Воробьев Ю. Л. Основные направления государственной стратегии управления рисками на пороге XXI века // Безопасность Евразии. – 2001. №2. С. 526-544.

68. Воробьев Г. Г. Информационная культура управленческого труда. – М.: Экономика, 1971.
69. Выготский Л. С. Педагогическая психология. – М., 1996.
70. Выготский Л. С. Лекции по педологии. – Ижевск, 1996.
71. Высшее образование России: состояние и проблемы развития. – М.: Госкомитет РФ по высшему образованию, 1994.
72. Высшие учебные заведения Российской Федерации. Справочник /Под ред. В. Д. Шадрикова/. – Ижевск: Издательство Удмуртского университета, 1994.
73. Высшее образование в России. Очерк истории до 1917-го года /Под ред. В. Г. Кинелева/. – М.: «НИИВО», 1995.
74. Гапонов-Грехов А. В., Рабинович М. И. Л. И. Мандельштам и современная теория нелинейных колебаний и волн. – УФН. 1979. Т.128, № 4. С. 579–624.
75. Геодакян В. А. Эволюционная теория пола // Природа. 1991. № 8.
76. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. – М.: Мир, 1984.
77. Гиренок Ф. И. Синергетика и соборность // Онтология и эпистемология синергетики. – М.: ИФ РАН, 1997. С. 155–158.
78. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. – М.: Мир, 1973.
79. Глобальные проблемы как источник чрезвычайных ситуаций. – М.: УРСС, 1998.
80. Годфруа Ж. Что такое психология? – М.: Мир, 1992.
81. Голдман С. Теория информации. Пер. с англ. – М., 1957.
82. Гольдштейн Д. Вавилонская башня в нелинейной динамике: о терминах // Синергетика и психология. – М., 1997. С.332.
83. Гомаюнов С. От истории синергетики к синергетике истории. // Общественные науки и современность. – 1994. №2.
84. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2000 году // Безопасность Евразии. 2001. №2. С. 37-193.
85. Государство и образование: опыт стран Запада. Сборник обзоров. – М.: ИНИОН РАН, 1992.
86. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. – М.: Госкомитет по высшему образованию РФ, 1995.
87. Гришкин И. И. Понятие информации. – М., 1973.
88. Григорьева Т. П. Синергетика и Восток // Синергетическая парадигма. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. С. 215–242.
89. Громов Г. Р. Очерки информационной технологии. – М.: ИнфоАрт, 1993.
90. Гуцин Б. П. Обзор главнейших систем классификации наук. – Л.–М., 1924.
91. Данилевский В. В. История основания Ленинградского политехнического института // Труды ЛПИ им. М.И. Калинина. – 1948. Вып. 1. С. 3–58.
92. Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б. Что такое синергетика? // Нелинейные волны. Самоорганизация. – М.: Наука, 1983.
93. Дунин-Барковский В. Л. Информационные процессы в нейронных структурах. – М.: Наука, 1978.
94. Евин И. А. Синергетика искусства. – М., 1993.
95. Елчанинова О. В. Роль социальной информации и математических методов в выработке управленческих решений // Научное управление обществом. Вып. 3. М. 1969.
96. Ермолаева В. Е. Ноосфера, экологическая этика и глубинная экология // Стратегия выживания: космизм и экология. – М., 1997. С. 100–115.
97. Жаботинский А. М. Концентрационные автоколебания. – М.: Наука, 1974.
98. Жигулев В. Н. Динамика неустойчивостей. – М.: МФТИ, 1996.
99. Залиханов М. Ч. Устойчивое развитие России: перспективы и угрозы // Безопасность Евразии. – 2001. №2. С. 518-525.
100. Заславский Г. М., Сагдеев Р. З. Введение в нелинейную физику: от маятника до турбулентного хаоса. – М.: Наука, 1988.
101. Заславский Г. М. Статистическая необратимость в нелинейных системах. – М.: Наука, 1970.
102. Здравомыслов А. Г. Методология и процедура социологических исследований. – М., 1969.
103. Земан И. Познание и информация. – М., 1966.
104. Зубарев Д. Н. Неравновесная статистическая термодинамика. – М.: Наука, 1971.
105. Иванов А. Е. Высшая школа в России в конце XIX – начале XX века. – М.: Институт истории СССР, 1991.
106. Информация. Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983. – 840 с. – С.217-218.
107. Информация и кибернетика. Сб. ст., под ред. А. И. Берга. – М., 1967.
108. Информация и самоорганизация. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 1995.
109. Казаков О. И. Информация: мера и смысл // Философские исследования. – 2000. № 1. С. 115-121.
110. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. – М. Наука. 1997.
111. Капица С. П. Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. Очерк теории роста человечества. – М.: Международная программа образования, 1999.
112. Кара-Мурза С. Г. Интеллигенция на пепелище России. – М.: Былина, 1997.
113. Кара-Мурза С. Г. Манипуляция сознанием. – М.: Алгоритм, 2000.
114. Карпичев В. С., Колесников Ю. В., Романов В. Л., Мельникова Н. С. Опережающее обучение государственных служащих // Образование и общество. – 2004. № 1.
115. Катастрофы и общество. – М.: Контакт-Культура, 2000.
116. Капустин М. А. Математическая модель освоения точных наук // Препринт института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН. 1999, № 104.
117. Карлов Н. В., Малинецкий Г. Г. ФИЗТЕХ, системная интеграция, стратегические проблемы // Тезисы доклада на конгресс-выставке «Проблемы информатизации высшей школы». 1998. Бюл. 1–2 (11–12). С. 27–33.
118. Карлов Н. В., Малинецкий Г. Г. Физтех как образовательная флуктуация. // Синергетика и учебный процесс. – М.: РАГС, 1999. С. 269–275.
119. Карлов Н. В., Кудрявцев Н. Н. Много званных, мало избранных. // Вестник РАН. – 2001. – Том 71, вып. 1.
120. Карлов Н. В. Путь познания. – М.: Воскресенье, 1998.
121. Карлов Н. В. Преобразование образования // Препринт МФТИ. 1998. №4.
122. Карлов Н. В. Книги и учебники // Препринт МФТИ. –1999. №1.
123. Карлов Н. В., Симонова Н. Ф., Скороварова Л. П. Я – Физтех. (Книга очерков). М.: Центрком, 1996.
124. Кастлер Г. Возникновение биологической организации.– М.: Мир, 1967.

125. Качество образования и информационные технологии. Развитие образовательного пространства с использованием информационных технологий / Под общ. ред. Н. А. Селезневой и И. И. Дзегеленка. – М.: Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 2001.
126. Кашенко С. А., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. и др. Математическое моделирование системы образования // Препринт ИПМ РАН. 1995. № 100.
127. Кашенко С. А., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. и др. Исследование развития высшей школы. Модели среднего уровня // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. 1996. № 37.
128. Квалиметрия человека и образования. Методология и практика. Сб. науч. статей. Шестой Симпозиум. Книги вторая и третья. / Под ред. Н. А. Селезневой и А. И. Субетто. – М.: Исследоват. Центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 1997.
129. Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. – М., 1962.
130. Кедров Б. М. Классификация наук. – М.: 1961.
131. Кинелев В. Г. Объективная необходимость. – М.: Республика, 1995.
132. Кирпичев М. В. Теория подобия. – М. 1953.
133. Клаус Г. Кибернетика и философия. – М. 1963.
134. Климонтович Ю. Л. Определение степени упорядоченности системы // Синергетика и психология. Тексты. Вып. I. – М. 1997. С. 284–299.
135. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Антропный принцип в синергетике // Вопр. Философии. 1997. №3.
136. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. – М.: Наука, 1994.
137. Князева Е. Н. Синергетическое видение креативности человека // Грани научного творчества. – М., 1999. С. 114–133.
138. Князева Е. Н. Одиссея научного разума. Синергетическое видение научного прогресса. – М., 1995.
139. Колмогоров А. Н. Теория передачи информации // Сессия АН СССР по научным проблемам автоматизации производства. Пленарное заседание. – М., 1956.
140. Колмогоров А. Н. Три подхода к определению понятия «количество информации» // Проблемы передачи информации. – 1965. – Т. 1, в. 1.
141. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1988.
142. Компьютеры и нелинейные явления. – М.: Наука, 1988.
143. Кононов Д. А., Кульба В. В. Экологический менеджмент: сценарии развития объектов и управление экологической обстановкой // Инженерная экология. – 1996. № 6. С. 78–99.
144. Конт О. Курс позитивной философии. – СПб, 1899–1900.
145. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. – М.: Наука, 1975. С. 210–212.
146. Копнин В. П. Логические основы науки. – Киев: Наукова думка, 1968.
147. Корогодина В. И. Информация и феномен информации. – Пушкино: АН СССР, 1991.
148. Косяченко С. А., Кузнецов Н. А., Кульба В. В., Шелков А. Б. Модели, методы и автоматизация управления в условиях чрезвычайных ситуаций (обзор) // АИТ. – 1998. – №6. – С.3–66.
149. Константиновский Д. Учись, мой сын, науки сокращают...// Огонек. 1995. № 32.
150. Константиновский Д. Поступление и наказание// Огонек. 1995. № 32.
151. Котельников В. А., Николаев А. М.. Основы радиотехники. Ч. 1. М.: Связь-издат, 1950.
152. Краснов М. Л. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Высшая школа, 1983.
153. Кремянский В. И. Методологические проблемы системного подхода к информатике – М., 1977.
154. Крылов В. Ю. Методологические и теоретические проблемы математической психологии. – М.: Янус-К, 2000.
155. Крылов Н. С. Работы по обоснованию статистической физики. – М.: Изд. АН СССР, 1950.
156. Кузин Б. С. Из писем к А. А. Гурвич // Вопросы философии. – 1992. № 5. С. 165–190.
157. Куракин П. В. Самоорганизация правил поведения в коллективах // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. – 1999. № 68.
158. Куракин П. В., Малинецкий Г. Г. На пороге «субъективной» синергетики (синергетика II) // Синергетика: труды семинара. – М.: МГУ, 2000. Т. 3. С. 242–250.
159. Курдюмов С. П., Князева Е. Н. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. – М. 1981.
160. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика и прогнозы будущего. // Вестник РАН. – 2001. – №3.
161. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Медведев И. Г., Митин Н. А. Нелинейная динамика и проблемы прогноза. // Безопасность Евразии. – 2001. № 2. С. 481–525.
162. Курдюмов С. П. Режимы с обострением. Эволюция идеи. – М.: Наука, 1999.
163. Кургинян С. Седьмой сценарий. Часть 1. – М.: Экспериментальный творческий центр, 1992.
164. Лазутова М. Н., Селезнева Н. А., Субетто А. И. Сравнительный анализ законов об образовании государств – участников Содружества независимых Государств и государств Балтии. Ч. 1. М.–СПб.: Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 2000.
165. Ланько Э. В. О системно-синергетическом подходе к проблеме прогресса // Истины и ценности на рубеже XX–XXI веков. – М., 1992. – С.50–53.
166. Лаплас П. С. Опыт философии теории вероятностей. – М., 1908.
167. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решения. – М.: Логос, 2000.
168. Левашов В. К. Устойчивое развитие общества: парадигма, модели, стратегия. – М.: Academia, 2001.
169. Лихачев Д. С. Рождение нового через хаос // Полярность в культуре. – СПб, 1996. С. 10–18.
170. Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Введение в синергетику. – М.: Наука, 1990.
171. Любищев А. А. Наука и религия. – СПб: Алетейя, 2000.
172. Макконелл Р. К., Брю С. Л. Экономикс. Принципы, проблемы и политика. – М.: Республика, 1992.
173. Малинецкий Г. Г. Высшая школа глазами математиков // Знание-сила. 1995. № 10. С. 16–24.
174. Малинецкий Г. Г. Высшая школа и исторические траектории России // Синергетика и образование. – М.: Гнозис, 1997.
175. Малинецкий Г. Г. Информационное управление и будущее России// Синергетика и социальное управление. – М.: РАГС, 1998. С. 164–179.

176. Малинецкий Г. Г. Новый облик нелинейной динамики // Природа. 2001. №3.
177. Малинецкий Г. Г. О «рисках культуры» в условиях системного кризиса // Синергетика, философия, культура. – М., 2001. С. 107–112.
178. Малинецкий Г. Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. – М.: Эдиториал УРСС, 2000.
179. Малинецкий Г. Г., Кашенко С. А., Потапов А. Б. и др. Математическое моделирование системы образования // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. 1995. № 100.
180. Малинецкий Г. Г., Курдюмов С.П. Нелинейная динамика и проблемы прогноза // Вестник РАН. 2001. Т. 71, № 3. 210-232.
181. Малинецкий Г. Г., Подлазов А. В. Парадигма самоорганизованной критичности. Иерархия моделей и пределы предсказуемости // Известия ВУЗов. Прикладная нелинейная динамика. 1997. Т. 5, № 5. С. 89-106.
182. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Эдиториал, УРСС, 2000.
183. Малинецкий Г. Г., Шакаева М. С. Модель иерархической организации // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. 1995. №39.
184. Малков С. Ю., Ковалев В. И., Малков А. С. История человечества и стабильность (опыт математического моделирования) // Стратегическая стабильность. 2000. № 3. С. 52-66.
185. Мамчур Е. А. Научный рационализм и психологические факторы // Естественное в гуманитарном контексте. – М., 1999. С. 5–20.
186. Мандельштам Л. И. Лекции по колебаниям. – М.: Изд-во АН СССР, 1955.
187. Мандел М., Магнуссон П., Эллис Дж., ДеАмсордлс Г., Александер К. Сколько стоит преступление? // Business Week. – 1994. – № 3. – Р.16–23.
188. Марсден Д., Мак-Кракен М. Бифуркация рождения цикла и ее приложения. – М.: Мир, 1980.
189. Махлуп Ф. Производство и распространение знаний в США. – М.: 1966.
190. Мелик-Гайказян И. В. Информационные процессы и реальность. – М.: Наука-Физматлит, 1997.
191. Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С. Основы информатики. – М.: Наука, 1968.
192. Михайлов Ф. Т. Креативность самосознания: способ полагания проблемы // Философские исследования. –1995. № 2. С. 5–32.
193. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа.– М.: Наука, 1981.
194. Моисеев Н. Н. Как далеко до завтрашнего дня ... Свободные размышления 1917–1993. – М.: АО «Аспект Пресс», 1994.
195. Моисеев Н. Н. Быть или не быть... человечеству? – М., 1999.
196. Моисеев Н. Н. Современный рационализм. – М.: 1995.
197. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. Пер. с франц. – М. 1966.
198. Мякишев Г. Я. Динамические и статистические закономерности в физике. – М.: 1973.
199. Наука, технология, вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1993.
200. Национальная доктрина России (проблемы и приоритеты). – М.: Агентство «Обозреватель», 1994.
201. Нейман Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов. – М.: Мир, 1971.
202. Немыцкий В. В., Степанов В. В. Качественная теория дифференциальных уравнений. – Москва–Ленинград: Гостехиздат, 1949.
203. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. – М.: Мир, 1979.
204. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990.
205. Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. – М.: Наука, 1996.
206. Образование, которое мы можем потерять. – М.: МГУ, Институт компьютерных исследований, 2002.
207. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986.
208. Павлов И. П. О русском уме. // Природа. – 1999. № 8. С. 93–102.
209. Поплавский Р. П. Термодинамика информационных процессов. М.: Наука, 1981.
210. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989.
211. Петров А. А. Экономика. Модели. Вычислительный эксперимент.– М.: Наука, 1996.
212. Петров А. А., Поспелов И. Г., Шананин А. А. Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоатомиздат, 1996.
213. Пирс Дж. Символы, сигналы, шумы. – М.: 1967.
214. Пирс Ч. С. Логика как семиотика: теория знаков // Метафизические исследования. Вып.11. СПб, 1999. С. 199–217.
215. Питерсон У. У. Коды, исправляющие ошибки. – М, 1964.
216. Подлазов А.В. Теоретическая демография как основа математической истории // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша – РАН, 2000. № 73.
217. Подлазов А. В. Представление о жизнеспасающих и имперских технологиях в теоретической демографии // Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов. Материалы российского научного симпозиума. Часть 2. М.: РГУУ, 2001.
218. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Мир, 1984.
219. Пределы предсказуемости. – М.: Центрком, 1997.
220. Пригожин И. Р. Время – всего лишь иллюзия? // Философия, наука, цивилизация. – М., 1999. С. 214–221.
221. Пригожин И. Р. Конец определенности. – Ижевск, 1999.
222. Пригожин И. Р. От существующего к возникшему. Время и сложность в физических науках. – М.: Мир. 1985.
223. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. – М.: Эдиториал УРСС, 2000.
224. Пригожин И., Стенгерс Н. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. – М.: Наука, 1986.
225. Применение математики в экономических исследованиях. – М.: 1959.
226. Применение логики в науке и технике. – М.: 1960.
227. Путь в XXI век: стратегические проблемы и перспективы российской экономики (Рук. авт. колл. Д. С. Львов). – М.: ОАО Издательство «Экономика», 1999.
228. Развитие образования России. Федеральная программа. Раздел «Высшее образование». – М., 1993.
229. Размышления о хаосе. Международные чтения по теории, истории и философии культуры. Вып.3. – СПб: Эйдос. 1997.

230. Ракитов А. А., Иванников А. Д., Кривошеев А. О. Выступление на семинаре центра «ИСТИНА» по дистанционному образованию // Вестник РАН. – 1998. – Том 68, № 6. С. 520–524.
231. Режимы с обострением. Эволюция идеи: Законы коэволюции сложных структур. – М.: Наука, 1998.
232. Риск, устойчивое развитие, синергетика. – М.: Наука, 2000.
233. Ровенский З., Уемов А., Уемова Е. Машина и мысль. – М., 1960.
234. Розанов В. В. Сумерки просвещения. – М.: Педагогика, 1990.
235. Романов В. Л. Креативные аспекты социального управления // Синергетика и социальное управление. – М.: РАГС, 1998. – С.74-86.
236. Романов В. Л. Социальная самоорганизация как процесс становления человека и общества // Образование и общество. 2004. – № 1.
237. Романов В. Л. Социальная самоорганизация и государственность. – М.: 2004.
238. Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Математическое моделирование в биофизике. – М.: Наука, 1975.
239. Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Математическая биофизика. – М.: Наука. 1984.
240. Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Что такое математическая биофизика? – М.: Просвещение, 1971.
241. Российское общество и радикальные реформы. Мониторинг социальных и политических индикаторов. /Под ред. В. К. Левашова./ – М.: Academia, 1996.
242. Россия у критической черты: возрождение или катастрофа: Социальная и социально-политическая ситуация в России в 1996 году: анализ и прогноз / Под ред. Г. В. Осипова, В. К. Левашова, В. В. Локосова – М.: Республика, 1997.
243. Россия сегодня: реальный шанс. – М.: Информационно-аналитическое агентство «Обозреватель», 1994.
244. Руденко А. П. Самоорганизация и синергетика // Синергетика. Труды семинара. Том 3. – М.: МГУ, 2000. С. 61–99.
245. Рузвельт Ф. Д. Беседы у камина. – М.: Государственная Дума РФ, 1995.
246. Самарский А. А., Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Михайлов А. П. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. – М.: Наука, 1987.
247. Самарский А. А., Михайлов А. П. Вычислительный эксперимент. – М.: Педагогика, 1987.
248. Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М: ИФ РАН, Арго, 1994.
249. Сачков Ю. В. Эволюция стиля мышления в естествознании // Вопросы философии. – 1968. № 4.
250. Сборник трудов VII конференции ассоциации научных и учебных организаций – пользователей сетей передачи данных RELARN, «RELARN – 2000», Самара, 29 июня – 4 июля 2000 г., «Самарский Университет».
251. Свасьян К. А. Становление европейской науки. – Ереван: АН АрмССР, 1990.
252. Свирский Я. И. Синергетика смысла, или смысл синергетики // Онтология и эпистемология синергетики. – М.: ИФ РАН, 1997.
253. Седов Е. А. Информационные критерии упорядоченности и сложности организации структуры систем // Системная концепция информационных процессов. – М., 1988.
254. Седов Е. А. Информационно-энтропийные свойства социальных систем. // Общественные науки и современность. – 1993. №4.
255. Северцев В. А., Чашихин Б. Д. Аккредитация учебных заведений. Опыт США. – М.: Мир книги, 1993.
256. Селезнева Н. А., Субетто А. И. Цивилизационная логика становления образовательного общества как модели управляемой социоприродной эволюции в III тысячелетии // Образование и наука на пороге третьего тысячелетия. Международный Конгресс. – Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии СО РАН, 1995. – С. 147-152.
257. Синай Я. Г. // ДАН СССР. – 1963. Т. 158.
258. Синергетика и образование. – М.: Гнозис, 1997.
259. Синергетика и социальное управление. – М.: РАГС, 1998.
260. Синергетика и учебный процесс. – М.: РАГС, 1999.
261. Синергетика: человек, общество. – М.: РАГС, 2000.
262. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
263. Сноу Ч. Л. Две культуры. – М.: Прогрессе. 1974.
264. Современные Соединенные Штаты Америки. Энциклопедический справочник. – М.: ИПЛ, 1988.
265. Соколов А. И. Высшая школа Японии и ее реформа в 70-е годы. – М.: Институт научной информации по общественным наукам АН СССР. – 1975.
266. Сороко Э. М. Универсальный эволюционизм и синергетика: инварианты взаимодействия мер // 1-й Российский философский конгресс. Т. 8. – СПб: СПбГУ, 1997. С. 220–223.
267. Сороко Э. М. Функции синергетики как науки и стратегии нового, интегративно-синтезного мировоззрения // Субъективные притязания и объективная логика в развитии общества переходного типа. – Гродно, 1998. С. 19–22.
268. Степин В. С. Философская антропология и философия науки. – М.: Высшая Школа. 1992.
269. Стратонович Р. Л. Теория информации. – М.: Сов. Радио, 1975.
270. Стратонович Р. Л. О ценности информации // Изв. АН СССР. Сер. техн. Кибернетики. – 1965. № 5. С. 3–12.
271. Субетто А. И. Введение в квалиметрию высшей школы. Книги 1–4. – М.: Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 1991.
272. Субетто А.И. Введение в неклассическое человековедение – СПб.–Кострома: КГУ им Н. А. Некрасова, Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 2000.
273. Субетто А. И. Введение в нормологию и стандартологию образования. – СПб.–М.: Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 2001.
274. Субетто А. И. Капиталократия (философско-экономические очерки). – СПб.–Кострома–Луга: ПАНИ, КГУ им Н. А. Некрасова, 2000.
275. Субетто А. И. Качество непрерывного образования в Российской Федерации. – СПб. – М.: Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 2000.
276. Субетто А. И. Методология стандартизации непрерывного образования: проблемы и пути их разрешения. – М.–СПб.: Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 1998.

277. Субетто А. И. Ноосферизм. Том первый. Введение. – СПб.: ПАНИ, КГУ им. Н. А. Некрасова, 2001.
278. Субетто А. И. От квалиметрии человека к квалиметрии образования. – М.: Исследоват. Центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 1993.
279. Субетто А. И. Проблемы фундаментализации и источников формирования содержания высшего образования: грани государственной политики / Науч. ред. В. В. Чекмарев. – М.: КГПУ, Исследовательский центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 1995.
280. Субетто А. И. Противоречия экономического развития России и стратегия выхода из исторического тупика – СПб.–Кострома–Луга: КГУ им Н. А. Некрасова, КГУ им Кирилла и Мефодия (г. Луга), 2000.
281. Субетто А. И. Россия и человечество на «перевале» Истории в преддверии третьего тысячелетия. – СПб.: ПАНИ, 1999.
282. Субетто А. И. «Концепция цивилизации» в разработке стратегии будущего // Экология и Образование. – 1999. № 1–2. С. 2–10.
283. Субетто А. И. Качество – это достоинство человека, нации и общества. – СПб. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1992.
284. Субетто А. И. Проблема качества высшего образования в контексте глобальных и национальных проблем общественного развития (Философия качества образования). – Красноярск: Изд-во Красноярского краевого центра развития образования. Исследовательский центр проблемы качества подготовки специалистов, 1999.
285. Субетто А. И. Социогенетика: системогенетика, общественный интеллект, образовательная генетика и мировое развитие. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1994.
286. Субетто А. И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. – М.: Изд-во «Логос», 1992.
287. Субетто А. И., Селезнева Н. А. Комплексный мониторинг «Российское гражданское общество и образование». – М.: Исследовательский центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 1997.
288. Субетто А., Селезнева Н., Майборода Л., Кудрявцев Ю. К вопросу о доктрине российского образования // Вестник высшей школы. – 1998. № 7. С. 34–37.
289. Субетто А. И., Селезнева Н. А. Общественный интеллект и образование на рубеже XXI века // Идеи Н. Д. Кондратьева и динамика общества на рубеже третьего тысячелетия – М.: Междун. Фонд Н. Д. Кондратьева, 1995. – С. 365–376.
290. Суриков В. В. О термине «синергетика» // Синергетика. Труды семинара. Т. 3. М.: МГУ, 2000. С. 272–275.
291. Тасалов В. И. Хаос и порядок: социально-художественная диалектика. – М.: 1990.
292. Тацуно Ш. Стратегия – технополисы. – М.: Прогресс, 1989.
293. Теория информации // Философская энциклопедия / Гл. ред. Ф. В. Константинов. – М.: Советская Энциклопедия, 1970. Т. 5. С. 210–213.
294. Теория информации и ее приложения. Сб. переводов. – М., 1959.
295. Теория солитонов. Метод обратной задачи. – М.: Наука, 1980.
296. Тихонов А. Н. // Математический сборник. – 1952. Т. 31.
297. Тридцать граммов на всю цивилизацию, интервью С. Савельева М. Трещанской // Известия. – 8 декабря 2000.
298. Трубецков Д. И. Коллебия и волны для гуманитариев. – Саратов: Изд-во УНЦ «Колледж», 1997.
299. Улам С. Нерешенные математические задачи. – М.: Наука, 1964.
300. Урсул А. Д., Природа информации. – М., 1968.
301. Урсул А. Д. Информация. Методологические аспекты. – М.: Наука, 1971.
302. Урсул А. Д. Отражение и информация. – М., 1973.
303. Урсул А. Д. Проблема информации в современной науке. – М., 1975.
304. Ухтомский А. А. Доминанта. – М.–Л., 1966.
305. Управление исследованиями и инновациями. – М.: Наука, 1993.
306. Федер Е. Фракталы. – М., Мир 1991.
307. Федоров Е. К. Взаимодействие общества и природы. – Л. 1972.
308. Фейнман Р. Ф. «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!». Отрывки из книги, посвященные преподаванию физики // Успехи физических наук. – 1986. Т. 148, вып. 3. С. 509–526.
309. Философский энциклопедический словарь. – М.: Изд-во БСЭ, 1993.
310. Филиппов В. М. Не надо бороться с ветряными мельницами // Поиск – 7 сентября 2001.
311. Хайек Ф. А. Пагубная самонадеянность. Ошибки социализма. – М.: Новости, 1992.
312. Хайтун С. Д. Место синергетики в структуре физического знания // Исследования по истории физики и механики. 1995–1997. – М. 1999. С. 236–267.
313. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980.
314. Харин Ю. А. Современный цвишенизм: реалии и перспективы человека как социоантропной тотальности // Субъективные притязания и объективная логика в развитии общества переходного типа. – Гродно, 1998. С. 150–152.
315. Харкевич А. А. О ценности информации // Проблемы кибернетики. Вып. 4. – М.: Физматгиз, 1960.
316. Хинчин А. Я. Понятие энтропии в теории вероятностей // Успехи математических наук. – 1953. Т. 8, в. 3.
317. Хоффман У. Система аксиом математической биологии // Кибернетический сборник. Вып. 12. – М.: Мир, 1975. С. 184–207.
318. Чернавский Д. С. Информация, самоорганизация, мышление // Синергетика. Труды семинара. Том 3. – М.: МГУ, 2000. – С. 143–182.
319. Чернавский Д. С. О генерации ценной информации // Синергетическая парадигма. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. С. 363–381.
320. Чернавский Д. С. Синергетика и информация. – М.: Знание, 1990.
321. Чернавский Д. С. // Успехи физических наук. – 2000. Т. 170, № 2.
322. Чернавский Д. С., Пирогов Г. Г. и др. Динамика экономической структуры общества // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1996. Т. 4, № 3. С. 67–75.
323. Чернавский Д. С., Чернавская Н. М. Белок – Машина. – М.: Изд-во МГУ, 1999.
324. Черри К. Человек и информация, пер. с англ. – М., 1972.
325. Шадриков В. Д. Способности человека. – Москва–Воронеж: Академия педагогических и социальных наук, Московский психолого-социальный институт, 1997.

326. Шадриков В. Д. Философия образования и образовательной политики. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1993.
327. Шевелева С. С. К становлению синергетической модели образования // *Общественные науки и современность*. 1997, №1.
328. Шеннон К., Статистическая теория передачи электрических сигналов // Теория передачи электрических сигналов при наличии помех. Сб. переводов. – М., 1953.
329. Шеннон К. Э., Бандвагон Е. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: ИЛ, 1963.
330. Шеннон К., Уивер У. Математическая теория связи. – 1948.
331. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. – М.: Мир, 1988.
332. Эйген Э., Винклер Р. Игра жизни. – М.: Наука, 1979.
333. Эпштейн М. Н. Русская культура на распутье. Секуляризация и переход от двоичной модели к трюичной // *Звезда*. 1999. №1. С.202–220; № 2. С. 155–176.
334. Эшби У. Р. Введение в кибернетику. – М., 1959.
335. Яглом А. М., Яглом И. М., Вероятность и информация, 2 изд. – М., 1960.
336. Яковленко С. И. Философия незамкнутости // *Вопросы философии*. 1996. № 2. С. 41-50.
337. Яковленко С. И. Об организующем и разрушающем (стохастизирующем) воздействии в Природе // *Вопросы философии*. – 1992.– № 2. – С.141-144.
338. Янков М. Материя и информация. – М., 1979.
339. Янч Э. Самоорганизующаяся Вселенная // *Общественные науки и современность*. – 1999. № 1. С. 143–158.
340. Bak P. How nature works: the science of self-organized criticality. – Springer-Verlag, New York, Inc. 1996.
341. Budgetintg, programme analysis and cost-effectiveness in educational planning.– Paris, 1968.
342. Cherry C., On human communication, 2 ed., Camb.–L., [1966].
343. Chaos and order in nature /Ed. by H.Haken. B. etc. 1980. 271 p.
344. Collet P., Eckmann J. P. Iterated Maps on the Interval as Dynamical Systems. – Basel-Stuttgart: Birkhauser, 1980.
345. Dynamic of synergetic systems/ Ed. by H. Haken. B. etc. 1980. 271 p..
346. Eccles J. C., K. R. Popper The Self and his brain. – N.Y. 1977..
347. Efficiency in higher education. – Budapest: UNESCO, 1986.
348. Feibleman J. K. Education and civilization. – N.Y.,1987.
349. Guckenhenheimer J., Holmes P. Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields. – N.Y.: Springer, 1983.
350. Haken H. Advanced Synergetics. Springer 1983. (Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах. – М: Мир, 1985.).
351. Haken H. Information And Self-Organisation. – Springer 1988.
352. Haken H. Synergetic Computers And Cognition. – Springer 1991.
353. Haken H., Wunderlin A. Die Selbststrukturierung Der Materie. // *Synergetik in der unbelebten Natur*. – Vieweg, 1991.
354. Haken H. Principles Of Brain Funtioning. A Synergetic Approach To Brain Activity, Behavior, And Cognition. – Springer 1995.
355. Hartley R. V. L. Transmission of Information. – *BSTJ*, 7, 3. P.535–563(1928).
356. Holmes B. International guide to education systems. – UNESCO, 1979.
357. Jantsch E. The Self-organizing Universe. Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution.– N-Y., 1980.
358. Lieberman M. Privatization and education choice. – London: 1989.
359. Lorenz E. N. Deterministic nonperiodic flow // *Journ. of the Atmospheric Science*. – 1963. V. 20. P. 130-141.
360. Loy D. Nonduality. A study in comparative philosophy. – New Haven, L. 1988.
361. Magnen A. Educatiouin Projects: Elaboration, financing and management. – Paris: UNESCO, 1991.
362. Oosihek H. e.a. eds. Higher education and new technologies, v. 1, 2, 3. Oxford: 1989.
363. Philberth B. Der Dreieine. Anfang und Sein. Die Structur der Schöpfung. Stein a/R, Christiana-Verlag, 1974, 608 S.
364. Planning and management of educatioinal development. – Paris: UNESCO, 1990.
365. Reduction and predictability of natural disaster // Eds. J. B. Rundle, D. L. Turcotte, W. Klein/ *Proceedings of the workshop «Reduction and predictability of natural disasters» held January 5-9. 1994 in Santa Fe, New Mexico*. 1995.
366. Reviews of national politics for education, v. 1, 2, 3. Paris. 1976.
367. Ross K. N., ed. Planning the quality of education. – Oxford. UNESCO. 1990.
368. Saynal B. C. Higher education and employment: An intern, comparative analysis. – London: 1987.
369. Science and technology education and national development. Paris. UNESCO. 1983.
370. Synergetics. A Workshop / Ed. by H. Haken. B. etc. 1977.
371. Synergetics far from equilibrium / Ed. by A. Pacault, C. Vidal. B. etc. 1978.
372. Structural stability in physics / Ed. by W. Guttinger, H. Eikenmeier. B. etc. 1978.
373. Teachers and Educational policy. – Paris: UNESCO, 1971.
374. Turing A. M. The chemical basis of morphogenesis – *Phil. Trans. Roy. Soc. London B*. 1952. 237, p. 37–72.
375. Waldrop M. M. Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos. – Touchstone, New York, 1993.

Серия «АИРО–МОНОГРАФИЯ»

---

С. И. Валянский

Теория информации и образование.  
Условия выживания России

---

Научное издание

дизайн обложки *И. Плигин*  
технический редактор *Б. С. Погодин*

*Ответственный за выпуск А. Г. Макаров*

Лицензия ИД № 01428 от 5. 04. 2000

---

Подписано в печать с оригинал-макета 7. 01. 2005 г.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офс. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 8,7. Тираж 1000 экз.

---

*АНО НИЦ «АИРО–ХХ».*  
*107207, Москва, Чусовская ул., д. 11, к. 7.*  
*Телефон: (095) 466-16-35. e-mail: airoXX@online.ru*

---

*ООО Издательство «Крафт+»*  
*Лицензия ИД № 000173 от 27. 09. 1999*  
*129343, г. Москва, пр. Серебрякова, д. 14*  
*Телефон: (095) 186-93-78*