

Дульнев Г. Н.

## ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН В ПРИРОДЕ

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет)

В работе сделана попытка изложить современный научный взгляд на возможность теоретического существования и экспериментальной регистрации так называемого «тонкого мира» — мира сознания и информационных полей — и его разнообразных проявлений. В историческом контексте рассматриваются взаимоотношения между Наукой и Религией и их развитие при переходе к постиндустриальному обществу. Изложение проводится с использованием идей синергетики на языке общих понятий без привлечения громоздкого математического аппарата. Большое внимание уделено результатам экспериментальных исследований, проводящихся под руководством автора в Центре энергоинформационных технологий при СПбГИТМО (ТУ) с 1979 года.

*Ключевые слова:* сознание, синергетика, информационное поле, наука, естествознание, религия, физическая реальность, ноосфера.

(Продолжение. Начало в № 2–3/2003)

### *Термодинамика изолированных и открытых систем. Энтропия*

В термодинамике различают системы **изолированные** и **открытые**. В изолированных системах нет обмена системы с окружающим миром ни веществом, ни энергией; в открытых системах напротив происходит обмен с окружающей средой энергией и веществом, а также информацией. Важнейшим понятием в термодинамике является энтропия, изменение  $\Delta S$  которой определяется как отношение изменения энергии  $\Delta Q$  в системе к ее абсолютной температуре  $T$ , то есть  $dS = \frac{dQ}{T}$  Дж/К. Развитие этого понятия позволило Л. Больцману в конце XIX века написать знаменитую формулу [2]

$$S = k \ln P, k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.} \quad (1)$$

Здесь  $S$  — энтропия системы, а  $P$  — статистическое состояние системы, то есть число способов, которыми можно осуществить данное состояние.

Статистическое состояние  $P = \frac{1}{w_i}$  системы может быть выражено через вероятность

$w_i = \frac{N_i}{N}$  появления состояния  $i$ . Здесь  $N$  — число всех возможных состояний,  $N_i$  — число состояний  $i$ . Тогда формула (1) примет вид

$$S = -kN \sum_{i=1}^M w_i \log_2 w_i \quad (2)$$

где  $M$  — число возможных состояний,  $\log_2 w_i$  — логарифм с основанием 2, связь между  $\log_2 w_i$  и натуральным логарифмом  $\ln w_i$  следующая:  $\log_2 w_i = \frac{\ln w_i}{\ln 2}$ .

Представим формулу (1) в виде

$$P = e^{\frac{S}{k}} \quad (3)$$

и обратим внимание на то, что статистическое состояние системы экспоненциально растет с ростом энтропии. Иными словами менее упорядоченное состояние (большой хаос) имеет больший статистический вес, то есть оно может быть реализовано большим числом способов.

Чем больше статистический вес, тем больше энтропия. Следовательно, **энтропия — мера неупорядоченности системы, мера хаоса**. Итак, любая изолированная система стремится к росту энтропии. В этом состоит *второе начало термодинамики*.

Теперь рассмотрим поведение открытых систем. Изменение энтропии  $dS$  такой системы складывается из внутренних изменений энтропии  $d_iS$  и ее притоком или оттоком в системе  $d_eS$  из-за обмена энергией и веществом с окружающей средой, то есть

$$dS = d_iS + d_eS. \quad (4)$$

Знак производства энтропии всегда  $d_iS \geq 0$ , знак  $d_eS$  может быть положительным (приток энтропии)  $d_eS > 0$  или отрицательным  $d_eS < 0$  (отток энтропии). Легко показать из формулы (4), что возможен случай, когда параметры в этой формуле  $d_eS < 0, |d_eS| > d_iS$  и изменение энтропии  $dS = d_iS + d_eS < 0$ , будет меньше нуля, то есть энтропия может уменьшаться, **то есть показана принципиальная возможность спонтанного развития событий от хаоса к порядку**. Этот вывод принципиально нов и является основой синергетики.

### *Мера структурного разнообразия*

В 1948 году американский инженер-связист Клод Шенон предложил ввести меру количества информации с помощью статистической формулы энтропии Больцмана (2). Введенная Больцманом знаменитая формула пережила второе рождение, а сама теория информации приобрела серьезную основу. Рассмотрим более подробно проблему информации. Это понятие трактуется обычно как «сведения». Интуитивно люди чувствовали важность этого параметра, но не могли придать ему научную основу.

Да и в настоящее время вокруг этого понятия идут споры.

Разные исследователи вкладывают различный смысл в этот термин — от всеохватывающего взгляда «все законы физики можно воспринимать как информацию, заложенную в вещество природой» до утверждения академика Н. Н. Моисеева, что это понятие историческое. Необходимость его введения возникает на тех этапах развития материального мира, когда возникает живая природа и общество, и возникает у людей потребность изучать целенаправленные действия, процедуру принятия решений при изменении внешних условий и т. п. Во всех остальных случаях, по мнению Н. Н. Моисеева, можно обойтись без термина «информация» и протекающие процессы описывать с помощью законов физики и химии.

Известно классическое определение информации, сформулированное Эшби: информация — **мера структурного разнообразия**. Подчеркнем, что это — мера не просто разнообразия, а структурного разнообразия, что указывает на связь этого понятия со структурой, то есть с каким-то порядком.

Известно, что структура больших систем определяется их функциональным назначением. Другими словами, просматривается связь понятий: информация — функциональное назначение — порядок. Эти интуитивные соображения становятся более четкими при анализе энтропии и информации. Если энтропия есть количественная мера беспорядка, то возникает мысль рассматривать информацию или связанный с ней иной параметр как количественную меру порядка.

Рассмотрим пример. При бросании монеты выпадает орел или решка, это определенная информация о результатах бросания. При бросании кости получаем информацию о выпадении определенного количества очков (например, трех). В каком случае мы получаем больше информации?

Вероятность выпадения герба равна  $w = 1/2$ , вероятность выпадения трех очков из шести —  $w = 1/6$ . Реализация менее вероятного события дает больше информации: **чем больше неопределенность до получения сообщения о событии (бросания монеты, кости), тем большее количество информации поступает при получении сообщения**. Параметр  $P$  связан с числом равновероятных возможностей — для монеты  $P = 2$ , для кости  $P = 6$ .

При бросании двух костей получаем вдвое больше информации, чем при бросании одной кости: информация независимых сообщений аддитивна, а числа равновероятных возмож-

ностей перемножаются. Значит, если имеется два набора равновероятных событий  $P_1$  и  $P_2$ , то полное число событий

$$P = P_1 \times P_2, \quad (5)$$

а количество информации  $I$  складывается, то есть

$$I(P) = I(P_1 \times P_2) = I(P_1) + I(P_2). \quad (6)$$

Известно, что правилам (5) и (6) подчиняются логарифмические функции, то есть зависимость количества информации  $I$  от числа равновероятных событий должна иметь вид:

$$I = A \log P,$$

где постоянная  $A$  и основание логарифма могут быть выбраны по соглашению. В теории информации условились полагать  $A = 1$ , а основание логарифма двум, то есть

$$I = \log_2 P. \quad (7)$$

При бросании монеты получаем информацию о двух возможностях (орел или решка), которую примем за единицу информации  $I = 1$

$$\log_2 2 = 1 \text{ бит}. \quad (8)$$

Бит — двоичная единица информации (binary degits), она оперирует двумя возможностями: да и нет. Числа в двоичной системе записываются последовательностью нулей и единиц.

Такой подход к количественному выражению информации далеко не универсален, так как принятые единицы не учитывают таких важных свойств информации, как ее ценность и смысл. Абстрагирование от конкретных свойств информации (смысл, ее ценность) о реальных объектах, как в дальнейшем выяснилось, позволило выявить общие закономерности информации. Предложенные Шенноном для измерения количества информации единицы (биты) пригодны для оценки любых сообщений (рождение ребенка, результаты спортивного матча и т. д.). Определения смысла и ценности информации субъективны, а предложенная Шенноном мера информации объективна и поэтому пригодна для исследования всех видов информационных процессов независимо от «вкусов» потребителя информации.

Пользуясь формулами Больцмана (1) и (2) и определением понятия информации (7) можно вывести выражение для так называемой **информационной энтропии**

$$I = -N \sum_{i=1}^M w_i \log_2 w_i. \quad (9)$$

Здесь  $N$  — число всех возможных состояний системы, а  $M$  — число возможных состояний;  $w_i$  — вероятность появления  $i$ -го состояния,  $w_i = N_i/N$ ;  $\log_2$  — логарифм с основанием 2.

Сравним выражение (9) для информационной энтропии с выражением для термодинамической энтропии

$$S = k \ln(P) = -k N \sum_{i=1}^M w_i \log_2 w_i.$$

Они отличаются множителем  $k$  — постоянной Больцмана.

С помощью формулы (9) можно проводить различные оценки количества информации. Например, оценивать информативность текста. Для этого проделывают простой опыт: на 32 карточках выписывают все буквы русского алфавита, затем карточки перемешивают и извлекают их наугад и записывают выбранную букву. Затем возвращают карточку с этой буквой обратно в коробку, перемешивают, снова извлекают карту. Проделав такую процедуру раз 30-40 получают записанный набор букв. Чередувание букв беспорядочно, хаотично, энтропия получившегося текста велика, так как вероятность  $w_i$  извлечения любой  $i$  буквы одинакова, то

$$w_A = w_B = \dots = w_Y = 1/32.$$

Также рассчитывается и интервал между словами в виде пустой карточки и вероятность его появления также принимается равной  $1/32$ . Энтропия  $I_i = I/N$  появления каждой следующей буквы в тексте подсчитывается по формуле (9).

Если полная информационная энтропия текста, состоящего из  $M$  букв, равна  $I$  то на одну букву текста приходится информационная энтропия

$$I_i = I/N = -\sum_{i=1}^M w_i \log_2 w_i. \quad (10)$$

По этой формуле подсчитывается энтропия полученного текста

$$I_0 = -(w_A \log_2 w_A + w_B \log_2 w_B + \dots + w_Y \log_2 w_Y)$$

Если вероятности появления букв одинаковы  $w_A = w_B = \dots = w_Y$ , то получаем информационную энтропию  $I_0$ , приблизительно равную 5 бит.

В реальных текстах частота появления каждой буквы и интервала различны. Существуют данные о частотах появления букв в текстах на русском или других языках. Надо учесть эту особенность языка и провести второй опыт с карточками по иному, а именно: в коробку положим не 32 карточки, а больше, то есть пропорционально вероятности появления букв. Например, на карточку с буквой  $\Phi$ ,  $w_\Phi = 0.002$ , приходится 45 карточек с буквой  $O$  ( $w_O = 0.090$ ).

В результате появится иной более упорядоченный набор букв, информационная энтропия будет меньше  $I_1$  приблизительно равна 4.35 бит. Опыт следует еще усложнить, учтя не только частоты появления отдельных букв, но также их сочетаний (парных, двойных), что приведет к дальнейшему уменьшению энтропии текста  $I_2, I_3$  и т. д.

Последовательности значений информационной энтропии при учете все более протяженной корреляции для русского языка можно представить следующей таблицей:

$I_0$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	...	$I_\infty$
5.00	4.35	3,52	3.01	...	1

Из нее следует, что при переходе от случайного набора букв к фразам, учитывающим всевозможные корреляции и правила грамматики, информационная энтропия уменьшается примерно в 5 раз. Разница между энтропией реального текста  $I_\infty = 1$  бит/букву и максимальной энтропией фразы  $I_{\max} = I_0 = 5$  бит/букву и есть количество информации, содержащееся в правилах. Язык характеризуется избыточностью информации. Последнюю определяют по формуле

$$R = 1 - I_\infty / I_0 = 1 - I_n / I_0,$$

где  $I_n$  — информационная энтропия при  $n$ -ом уровне корреляций. Для русского языка избыточность для корреляций  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  составляет

$R_0$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	...	$R_\infty$
0	0.13	0.30	0.40	...	0.50

Наш язык — это гибкая, подвижная легко адаптирующаяся в различных условиях система. В языке существует определенная доля непредсказуемости, доля «энтропии». Обозначим через  $\Delta I_n$  разность между энтропией реального текста  $I_\infty = 1$  бит/букву и максимальной энтропией  $I_0 = 5$  бит/букву, то есть

$$\Delta I_n = I_0 - I_\infty = 5 - 1 = 4 \text{ бит/букву.}$$

Это и есть количество информации, содержащейся в грамматических и фонетических правилах, которым подчиняются реальные тексты. Обозначим через  $G$  коэффициент стохастичности, равный

$$G = I_\infty / (I_0 - I_\infty) = 1/4 = 0.25$$

Итак, для обычного текста  $G = 0.25$ , а текст, состоящий из одной какой-нибудь буквы, например, «А» обладает нулевой энтропией, то есть  $I_\infty = 0$ , а  $G = 0$ . Текст с максимальной энтропией  $\Delta I = I_0 - I_\infty = 0$  не подчиняется правилам и  $G = \infty$ . При  $G = 0$  ничего нового сообщить нельзя, при  $G = \infty$  невозможно ничего понять, так как обрушивается поток слов, оптимальное соотношение непредсказуемости (энтропийности) и детерминации (правил)  $G = 0.25$ . Это результат длительной эволюции языка.

Исследование на энтропийность сочетания звуков в музыкальных произведениях выявили оптимальное соотношение детерминированности и стохастичности и оно также  $G = 0.25$ . Аналогичное положение соблюдается в живописи. Если картина несет в себе строгие классические законы, то их  $G$  близко к 0. Напротив, в абстрактных произведениях  $G$  возрастает и здесь невозможно уловить смысл.

В заключение заметим, что для реальных случаев коэффициент  $G$  определить очень сложно, здесь можно говорить только о тенденциях (тяготению  $G = 0$  или  $G = \infty$ ), окончательный суд выносят на интуитивном уровне эксперты.

Соотношение стохастичности и детерминизма можно усмотреть в правиле **золотого сечения**, или **правиле гармонии**. В древности **гармония** понималась как всеобщий закон Природы. Но уровень знаний ни тогда, ни сейчас не позволяет дать точную формулировку закона. Возможно влияла потребность на всеобщий закон Природы, который мог бы связать в единое целое всю Природу как живую, так и неживую, искусство, социальные процессы и т. д. Такой взгляд возвращает нас к идеям Пифагора, считавшего, что мир есть гармония и ритмика.

Проявление гармонии связано с законом золотого сечения — закона пропорциональной связи целого и составляющих его частей. Классический пример золотого сечения — деление отрезка в среднепропорциональном отношении, когда целое  $(a + b)$  так относится к большей своей части  $a$ , как большая часть к меньшей  $b$

$$\frac{a+b}{a} = \frac{a}{b}.$$

Решение этой задачи сводится к решению уравнения

$$x^2 - x - 1 = 0, \text{ где } x = a/b.$$

Очевидно, что его корни определяются равенствами

$$x_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.618, \quad x_2 = \frac{1 - \sqrt{5}}{2} = -0.618.$$

Открытие свойств золотого сечения относится к цивилизациям Древнего Востока (Египет, Индия). В эпоху Ренессанса это отношение именовали Божественной пропорцией, Леонардо да Винчи дает ему имя золотого сечения. Исследователи, изучая уникальные особенности золотого сечения, находили его в строении музыкальных произведений, архитектуре, ботанике и других областях и придавали ему значение критерия красоты и гармоничности.

Выше рассматривалось отношение стохастичности и детерминизма на основании теории информации. Мы упоминали о том, что рассуждения о коэффициенте стохастичности применимы ко многим явлениям социальной жизни — к архитектуре городов, феномену моды, к психике человека и т. д.

Психический комфорт, ощущение счастья, по-видимому определяются тем, насколько условия жизни индивидуума соответствуют потребностям его психики. Последняя, как заложена в нем от природы, так и сформирована воспитанием и может также характеризоваться критерием  $G$ . Натуре человека вредно как чрезмерное бравирование спонтанностью, (оригинальничанье), так и излишняя детерминированность, подчинение требованиям выгоды и удобства. Высокая психическая спонтанность приводит к нравственной неустойчивости, беспокойству, лишает способности к сосредоточенной работе. Чрезмерно детерминированная психика убивает творческое начало, лишает артистизма. Наверное должен сформироваться в любой ситуации оптимальный коэффициент стохастичности  $G_{\text{опт}} > H$ . На всех уровнях организации — в косной, живой и социальной природе.

Принимая во внимание правило золотого сечения, можно рекомендовать ориентироваться на  $G_{\text{опт}} = 0.62$ , то есть детерминированность должна составлять примерно 62 %, а стохастичность — 38 %. Это должно относиться к любым проявлениям жизни, например, можно ответить на вопрос, какое соотношение рыночной (стохастичной) и плановой (детерминированной) экономики необходимо поддерживать для гармоничного развития государства. Или, иными словами, при каком сочетании реализма и абстракционизма произведение художественного творчества будет восприниматься как искусство.

На основании исследования информационных процессов были даны более расплывчатые рекомендации, и речь шла только о тенденции коэффициента стохастичности к величине  $G = 0$  или  $G = \infty$ .

### Информация — фундаментальная сущность бытия

Свойства информации как фундаментальной сущности бытия недавно были развиты московским физиком доктором технических наук А. А. Силиным [8], который выдвинул концепцию информационных отображений (ИО). Согласно ей, созданная однажды информация сохраняется вечно и каким-то образом отображается во Вселенной. Иными словами, ИО является дополнением ко всему телесно возникающему: отображения вечны, а их телесные прототипы преходящи. Информационные отображения могут взаимодействовать со всеми остальными ИО Вселенной мгновенно. Эти свойства информации — нетленность и мгновенное распространение — служат гарантом однородности и стабильности Вселенной. Этим объясняется также точность передачи генетической информации, обеспечивающей сохранность генотипов на протяжении сотен миллионов лет. Информация передается из возникшего единого ИО данного генотипа, но будучи нетленной на своем информационном уровне, способна из-за флуктуаций, мутаций к дальнейшему изменению своего телесного прототипа. Но остается вопрос, как осуществляется естественный отбор? А. А. Силин привлекает для решения этого вопроса понятие «странного аттрактора», как устойчивого состояния, к которому устремляются сильно возбужденные системы.

Это означает, что информация претендует на роль фундаментальной сущности бытия.

### Отрицательная энтропия

Отток энтропии в среду иногда представляют как извлечение из среды **отрицательной энтропии (негэнтропии)**. При отрицательном значении изменения энтропии уменьшается хаос в системе, то есть в ней начинает возникать структурообразование. Для этого экспорт энтропии должен превысить некоторое критическое значение то есть должен возникнуть своего рода энтропийный насос. Итак, в ходе развития неравновесных процессов из их неупорядоченных состояний могут возникать упорядоченные. Такие структуры принято называть диссипативными. Это упорядоченные самоорганизующиеся образования устойчивы относительно малых возмущений.

Неустойчивость при этом означает, что флуктуации перестают быть просто «шумом» и превращаются в фактор, направляющий глобальную эволюцию системы. То же событие, та же флуктуация могут быть вполне пренебрежимыми, если система устойчива, и стать весьма существенной для неустойчивой системы.

Французский физик Л. Бриллюэн провел совместный анализ термодинамической энтропии  $S$  и информационной энтропии  $X$  и сформулировал так называемый **негэнтропийный принцип информации**: количество накопленной и сохраненной в структуре информации  $\Delta I$  равно уменьшению ее энтропии  $\Delta S$ . Обычно энтропию  $S$  измеряют как меру хаоса  $X$  вблизи термодинамического равновесия:

$$S = k X, X = \ln P.$$

Из второго начала термодинамики следует безвозвратная потеря качества энергии. Однако реальная эволюция ведет не только к росту беспорядка, но и порядка. Этот процесс связан с переработкой информации. Сопоставим неопределенность с понятием информации, а количество информации — с уменьшением неопределенности. Информационная мера упорядоченности  $I$  равна разности между максимальным  $X_{\max}$  и текущим значением  $X$  меры хаоса, то есть

$$I = X_{\max} - X.$$

Иначе говоря, мера хаоса и мера упорядоченности являются взаимодополняющими функциями. Пусть все состояния равновероятны, тогда  $X = X_{\max}$  и  $I = 0$ . При полной упорядоченности, наоборот,  $X = 0$  и  $I = X_{\max}$ , то есть насколько возрастает мера порядка  $dI$ , настолько же убывает мера хаоса  $dX$ , то есть

$$dX = -dI, \text{ или } X + I = \text{const.}$$

Следовательно, две противоположности — хаос и порядок — находятся в неустойчивом равновесии, а их сумма есть величина постоянная.

Итак, рассеяние энергии в тепло сопровождается возникновением сложных структур, то есть саморождением порядка из хаоса или производством гигантских объемов информации. И,

наоборот, стремление утвердить порядок в системе сопровождается нарастанием хаотических процессов.

Отметим, что неживая природа, действуя бесцельно и безразлично, выбирает вариант, дающий малое количество информации. Осмысленное действие живой природы резко сужает поле выбора. Количество информации при этом растет во все убыстряющемся темпе и в «обороте» вступает все больше вещества и энергии. Деятельность разумного и духовно развитого человека направлена на повышение упорядоченности окружающей среды. Если его деятельность прекращена, то «слепые» силы природы увеличивают неупорядоченность, они уничтожают следы труда человека. В процессе упорядочивания человек извлекает негэнтропию из окружающей среды, а затем использует ее для конструирования изделий и поддержания жизненных процессов.

Напрашивается вывод о том, что информация — это сложное и не до конца выясненное понятие, которое, наверное, настолько же фундаментально, как и естественнонаучные категории материи, энергии, времени.

Общие принципы эволюции, отмеченные выше, пригодные для косных, живых и социальных систем, можно назвать принципами универсального эволюционизма. Последний означает, что, в мире на всех уровнях происходит процесс самоорганизации, то есть синергетический процесс.

В заключение приведем слова И. Пригожина: «... наш мир это не молчаливый и однообразный мир часового механизма, покинутого старым домовым. Мы живем в открытом технологическом и творческом мире» [5].

#### *Единство процессов самоорганизации в Природе и Обществе*

Картина мира классической науки ведет свое начало от лапласовского детерминизма, она исключает случайность как нечто несущественное. Процессы представляются как обратимые во времени, предсказуемые и ретросказуемые на необратимо большие промежутки времени; эволюция рассматривается как процесс, лишенный отклонений. Эта картина выглядит с современных позиций, по замечанию Пригожина, почти как «карикатура на эволюцию». Синергетика создает более богатый образ мира. Она основана на идеях системности и целостности мира, то есть в ней присутствуют идеи общего закона, общего пути, которому следует мир в целом и человек в нем. Иными словами, в ней рассматриваются **общие законы развития всех уровней, не только материальных, но и духовных, синергетика связывает хаос и порядок.**

В основе схемы эволюции лежат общие закономерности справедливые для косного, живого миров и для общества.

Приведем их в краткой форме [4]:

- Вселенная — единая саморазвивающаяся система («Суперсистема Вселенная»), что позволяет рассматривать все процессы развития как составляющие единого мирового эволюционного процесса.
- во всех процессах в этой системе присутствуют случайные факторы, то есть стохастика и неопределенность пронизывают все этажи этой системы.
- в мире господствуют законы отбора, они выделяют из возможных виртуальных состояний допустимые.
- во Вселенной властвует наследственность, настоящее и будущее зависят от прошлого.

Последние три утверждения практически совпадают с предложенной Ч. Дарвиным **триадой эволюции**. В последнюю входят — **изменчивость, наследственность и отбор.**

Принципы отбора допускают существование бифуркаций, то есть таких точек на кривой эволюции системы, когда последняя теряет устойчивость и ее развитие может пойти по разным траекториям. Таким образом, возможен переход объекта во множество новых состояний, или эволюция непредсказуема.

Схема эволюционного процесса

Можно привести достаточно универсальную схему эволюционного процесса [3, 4] (рис. 4). На начальном этапе развития (отрезок АБ) происходит такое изменение свойств системы, что оно предсказуемо с точностью до случайных флуктуаций, не меняющих характер эволюции. В какой то момент Б (точка бифуркации) внешние воздействия достигают критической величины и параметры системы начинают быстро изменяться; ранее стабильное состояние теряет устойчивость и возникает возможность разных путей развития.

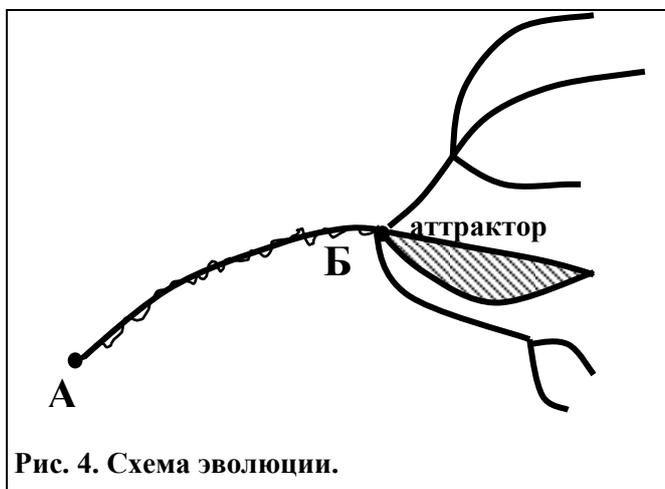


Рис. 4. Схема эволюции.

Среди различных ветвей эволюции после точки бифуркации Б есть траектории (или достаточно узкий коридор траекторий), которая отмечается относительной и сравнительно долгой устойчивостью и как бы притягивает к себе все множество траекторий систем с разными начальными состояниями. Эта траектория носит название *аттрактора*. Последний можно также определить как асимптотический предел (время  $\tau \rightarrow \infty$ ) решений, на который не оказывают прямого влияния начальные условия.

Из-за вероятностного характера бифуркационных процессов эволюция не может иметь обратного хода. В заключении подчеркнем, что случайность есть творческое, конструктивное начало, способное вывести систему на аттрактор, на одну из таких структур, которая отвечает внутренней тенденции ее организации.

Математическое описание процессов в таких системах требует применения нелинейных уравнений. Нелинейная среда может сама себя организовывать, но нужна случайность как спусковой механизм.

Приведем важный принцип эволюции систем, который в несколько отличном друг от друга виде сформулировали И. Пригожин и Н. Н. Моисеев: **если законы сохранения (материи, энергии, количества движения, момента количества движения) допускают несколько равновесных состояний (решений, траекторий развития), то реализуется то состояние, которому отвечает минимальный рост энтропии.**

Из-за вероятностного характера бифуркационных процессов эволюция не может иметь обратного хода. В заключении подчеркнем, что случайность есть творческое, конструктивное начало, способное вывести систему на аттрактор, на одну из таких структур, которая отвечает внутренней тенденции ее организации.

Новая тенденция в управлении

Известно, что в реальных системах резонансное, хотя и слабое воздействие приводит к большему эффекту, чем сильное, но не согласованное с системой воздействие. Традиционный («линейный») взгляд на проблему управления сводится к тому, что чем больше вложишь (энергии, материальных средств, нервов и т. д.), тем больше будет отдача.

Из синергетики следует другой подход к проблеме управления: **существует много путей развития системы, но необходимо выйти на аттрактор.** Если есть алгоритм выхода на аттрактор, сохраняется время, усилия и т. д. В резонансном воздействии важна не величина, не сила управления, а его правильная организация, «архитектура». Надо «укалывать» среду в нужное место и время, согласовывать воздействие с собственной структурой системы. Следовать естественности, не насиловать природы вещей — это принцип философии Востока и синергетики. Надо не строить и перестраивать, а выводить, инициировать технические и социальные системы на собственные механизмы развития. Отсюда следует важность тенденций, учет многообразия интересов, устремлений личностей и групп.

Линейность и нелинейность мира

В синергетике основное внимание уделяется анализу нелинейных процессов развития. Заметим, что основные результаты в европейской науке были получены для устойчивых си-

стем, находящихся в условиях, близких к равновесию. Такие системы однозначно реагируют на сильные возмущения, возвращаясь к состоянию равновесия. Становление и развитие математического аппарата было приспособлено для обслуживания систем, эволюция которых происходит довольно спокойно; в математике господствовали линейные уравнения.

Но если такую систему сильно удалить от состояния равновесия, при обмене ее с окружающей средой энергией, веществом и информацией (открытая система), положение кардинально меняется — мы приходим в иной мир. Там господствует неустойчивость: малейшие флуктуации не гасятся, а начинают расти, образуя новые структуры, возможна перестройка всей системы и ее поведения, то есть сценарии эволюции, становятся неоднозначными. В таких системах возможны согласования, когда частицы как бы устанавливают связь друг с другом на больших расстояниях, значительно превышающих, например, влияние межмолекулярных взаимодействий.

Такое кооперативное согласованное поведение можно встретить в системах, образованных из молекул, клеток, нейронов, социальных групп и т. д. Это приводит к образованию высокоупорядоченных структур из зародышей, находящихся хаотическом состоянии. Исследование процессов эволюции, приводящих к такому состоянию, проводится в синергетике.

Остановимся на термине «система», в который можно вложить разный смысл. Приведем его определение, данное выдающимся русским физиологом П. К. Анохиным: «системой можно назвать только такой комплекс... компонентов, у которых взаимное действие и взаимоотношение принимают характер **взаимоСОдействия** компонентов на получение... полезного результата».

В этом определении заложено одно из свойств системы — свойство синергетичности элементов.

#### *Ноосферогенез и проблемы образования*

В синергетике есть очень много нерешенных проблем, она находится в состоянии интенсивного развития. Главный вывод синергетики в том, что единство мира требует и единства науки, объединения не только различных ветвей естествознания, но и гуманитарной сферы. В современном естествознании происходят интенсивные процессы гуманизации, многие специалисты-естественники все более занимаются обществоведением, что возможно приведет к появлению новой парадигмы [4].

Но и в гуманитарных науках все более принимается логика естественных наук. Появление синергетики и ее синтезирующий характер, объединяющий многие отрасли знаний, как бы был предвиден в работах Е. И. Рерих: «В школах должен быть введен предмет — синтез науки. Из него учащиеся усмотрят, как тесно связаны многие отрасли познания... Они поймут, что каждый ученый соприкасается с целым рядом научных областей» [1].

В последнее десятилетие XX века неотвратимость перемен стала наглядно осязаемой и доступной широким кругам общественности. Необходимо информировать общество о реальном состоянии дел, лишать его возможных иллюзий и более целенаправленно вести его экологическое и нравственное образование с ориентацией на XXI век.

В основе естественно-научного и гуманитарного образования должна лежать некоторая мировоззренческая парадигма. Три четверти века любое образование в нашей стране опиралось на марксистскую схему, в других странах — на какие-то иные схемы, далекие от описанных выше глобальных проблем для всей цивилизации.

Сегодня в переломный период истории, когда в жизнь нашей цивилизации вторгаются природные ограничения, новые мировоззренческие установки становятся общественной необходимостью. Человек должен найти нужный ключ в своих взаимоотношениях с природой, с другими людьми — в противном случае он обречен.

Познав беду, которую несет непререкаемая идеология, мы поставили под сомнение ценность самой идеологии, что привело к смятению умов. На смену «сверхъидеальной» пришла безыдейная, мелкотравчатая идеология — практицизм. Это видение мира из мышиной норы,

что может только усугубить трагедию. Пришло время выработки новых ответов на вопрос о природе бытия и разума.

Работы ученых прошлого и особенно последних лет обозначили черты единения двух ветвей миропонимания — опыта знания (наука), и опыта веры (религия). Новая мировоззренческая установка должна объединять гуманитарные и естественные науки (своего рода метанауку). **Науку о сохранении цивилизации людей на планете, науку о сохранении всего живого.** По предложению академика Н. Н. Моисеева ее можно назвать **ноосферогенезом**.

В настоящее время многие исследователи занимаются подобными проблемами. Например, профессор Новосибирского университета П. Г. Олдак посвятил свою книгу проблемам миропонимания на рубеже переломной эпохи и поиску формулы единения науки и веры [6].

Однако, вернемся к синергетике, и рассмотрим, почему должно начинаться именно с нее общефилософское и мировоззренческое воспитание студентов.

Прежде всего синергетика дает новое гуманитарное мировосприятие естествознания, так как рассматривает с единых позиций эволюцию и самоорганизацию физических, биологических и социальных систем.

Как уже отмечалось, основные результаты в европейской науке были получены для линейных систем, находящихся в условиях, близких к равновесию. Однако мы живем в мире неустойчивости и необратимости, где развитие и разрушение идут рядом.

Синергетика предлагает не только философскую концепцию этого мира, но и аппарат для его описания. Главный постулат синергетики в том, что единство мира требует и единства науки, рассмотрения с единых позиций не только различных ветвей естествознания, но и гуманитарной сферы.

В заключение подчеркнем, что синергетика отнюдь не является всеохватывающим предметом в системе воспитания учащихся. По-прежнему весь ряд научно-естественных, гуманитарных и специальных дисциплин является необходимым для формирования специалистов нового типа.

#### *Наука и образование в индустриальном и постиндустриальном обществе*

Мир стоит на пороге грандиозных социальных перемен — по существу, мы являемся свидетелями рождения нового цивилизационного уклада, в котором принципиально иной будет сфера труда, управления, образования, досуга. По мнению американского философа и социолога Э. Тоффнера развитие науки и техники осуществляется волнами; таких волн он насчитывает три — на смену первой волне (аграрная цивилизация) и второй (индустриальная цивилизация) приходит новая, третья по счету волна, ведущая к созданию сверхиндустриальной цивилизации, которая несет с собой новые институты, отношения, ценности [9]. Грядущий мир будет базироваться на электронике, ЭВМ, космическом производстве, использовании глубин океана и биоиндустрии. Пароль этой цивилизации — информация. Информатизация общества преобразит технологию, политику, образование, семью.

В разные периоды развития цивилизации менялись научные парадигмы, система образования, отношения в обществе. Ниже рассматривается состояние науки и образования в индустриальный и постиндустриальный период, то есть в период второй и третьей волн. Заметим, что образование играет подчиненную роль по отношению к науке: — сложилась однонаправленная зависимость наука→образование→практика. Это вызывает и определенную последовательность изложения материала — от научной парадигмы к образованию.

В патриархальный (аграрный) период цивилизации (первая волна) образованию была присуща индивидуальность. Места обучения были сосредоточены в Университетах, философских школах, храмах, монастырях и применяемый метод образования укладывался в схему «ученик чародея».

#### *Индустриальная цивилизации*

Начало индустриальной цивилизации связано с периодом расцвета и распространения науки в XVII — XX веках. Этот период начался с развития механики XVII — XVIII веков, что

связано с именами Г. Галилея, И. Кеплера, Н. Коперника и др., а наиболее яркое выражение получил в работах И. Ньютона.

В 1687 году вышли «Начала» Ньютона, где изложены основные законы механики, закон тяготения (сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния). На основании этого закона в физику вошло первое фундаментальное взаимодействие — гравитация. Из этих законов был получен ряд важнейших следствий: принцип суперпозиции сил (правило параллелограмма сил), закон сохранения количества движения для замкнутой системы. Ньютон описал механизм сопротивления, испытываемого телом при его движении в жидкости, т. е. начал изучать сложные вопросы гидродинамики вязкой жидкости. В «Началах» четко изложены взгляды Ньютона на пространство, время, относительное и абсолютное движение. Помимо этого Ньютон внес свой существенный вклад в области электричества, магнетизма, теории света и цвета. Ньютоном указана основная тенденция современного ему естествознания — «подчинить явления природы законом математики». В заключение отметим, что с выходом в свет «Начал» слава Ньютона стала общепризнанной, его авторитет непререкаем. Как отметил Энгельс, «... первый период нового естествознания в области неорганического мира заканчивается Ньютоном».

Итак, модель мира и научная парадигма XVIII века вкратце сводились к следующим положениям:

- материя существует в трехмерном (евклидовом) пространстве и во времени; они независимы друг от друга;
- материальный мир имеет четко очерченные границы;
- в мире наблюдается линейная причинно-следственная связь; в физике в XVIII веке достаточно полно изучено механическое движение. Триумфом этих взглядов было создание в начале XIX века французским физиком и математиком Лапласом небесной механики.

Отсюда следует, что каждое явление имеет собственную причину и одновременно есть причины других явлений. Причина и следствие образуют цепь, приходящую из прошлого, пронизывающую настоящее и исчезающую в будущем.

Ученые того времени были убеждены, что если задать законы движения (законы Ньютона), начальные координаты и скорости тел, то поведение системы полностью предопределено и известны заранее прошлая и будущая траектории тела. Мир как бы является грандиозным часовым механизмом, который однажды был заведен, и Вселенная развивается по вполне фаталистическим детерминистским законам. В таком мире нет места случайности, а необратимость и вероятность было принято связывать с неполнотой знания.

Научное познание базировалось в этот период на механицизме, рационализме, детерминизме и редуccionизме.

Механицизм означает, что все явления природы пытались объяснить или свести к механическим процессам. Принято считать родоначальником рационализма английского философа и общественного деятеля Ф. Бэкона, который провозгласил в начале XVII века основу научного метода: «приобретенные знания опираются на эксперимент». Редуccionизм предполагал сведение сложных систем к анализу отдельных ее составляющих элементов и их взаимодействий.

Эти принципы оказали определяющее влияние на систему образования, т. е. форму освоения знания, изложение материала, организационных принципов образования [10].

В частности, предполагалось, что человек в этом мире накапливает знания, познает природу, постепенно увеличивая число относительных истин, и двигается по асимптоте к истине абсолютной. Полученные знания обеспечивают господство Человека над Природой.

Такая картина мира сложилась в конце XVIII века — века Просвещения. Но, как всегда бывает в истории науки, благополучие длилось не очень долго, и на голубом небе науки появились первые облака.

В начале XIX века в мире начинается промышленная революция. На предприятиях все чаще встречаются паровые машины, которые сулят миру промышленный переворот, т. к. дают новый мощный источник энергии. Вместо энергии ветра, воды, мускульной силы становится возможным применять энергию паровых машин. Усилиями талантливых инженеров сами машины появились на свет намного раньше науки, описывающей тепловые явления — термоди-

намики. Появление последней связано с именем молодого французского инженера Сади Карно, выпустившего в 1824 году книгу «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Карно показал, что не все количество тепла может быть превращено в работу, часть его обязательно теряется; было найдено выражение для предельного значения КПД тепловой машины, которое меньше 100 %. Таким образом, тепловой машине присуща некоторая внутренняя неэффективность, которая нашла количественную оценку во втором начале термодинамики.

В дальнейшем немецкий физик Клаузиус в 1864 году ввел в обиход весьма странную и непонятную величину — энтропию  $S = \Delta Q/T$ , равную отношению переданного телом тепла  $\Delta Q$  к его абсолютной температуре. Физический смысл этой величины был долгое время не ясен, а поведение ее странно, т. к. она обладала редким свойством только расти. Есть еще лишь одна физическая величина, обладающая подобным свойством — время.

В конце XIX века австрийский физик Л. Больцман показал, что макроскопическая величина — энтропия — связана с микроскопическим параметром — движением молекул, а последнее стремится перейти от состояний менее вероятных к состояниям более вероятным (еще одна формулировка второго начала термодинамики). А наиболее вероятным состоянием частиц является их равномерное распределение в пространстве.

В этом состояла загадка роста энтропии, но ясность в этом вопросе привела к новой проблеме: если второе начало термодинамики применить ко Вселенной, то оказывается, что Вселенную ожидает тепловая смерть. В этом состоянии в природе исчезают все градиенты (температур, давлений, энергии и т. д.), и она превращается в серый однородный хаос, возможны только некоторые отклонения от такого состояния благодаря флуктуациям.

Этот вывод вызвал целую бурю критики в научном мире, но выводы Больцмана были столь безукоризненны, что долгое время проблема тепловой смерти Вселенной была до конца не выясненной, и, только в конце XX, века она получила свое разрешение, об этом пойдет речь в дальнейшем.

С приходом в физику понятия вероятности пришлось пересмотреть сложившиеся в XVIII веке представления о детерминизме и случайности. Случайность в XIX веке в науку вошла не только из физики, но и из биологии, т. е. из дарвинского учения об эволюции. Из него следует, что эволюция в биологическом мире происходит по схеме изменчивость, отбор, наследственность. Изменчивость во многом определяется случайными явлениями.

В течение XIX века были достигнуты крупные успехи в изучении явлений электричества, магнетизма, электромагнетизма. Природа этих явлений была изучена группой экспериментаторов (Омом, Био, Саваром, Ампером, Фарадеем) и обобщена английским физиком Максвеллом в электромагнитной теории поля. В науку вошли представления о новой форме материи и втором — электромагнитном — взаимодействии в Природе. XIX век замечателен также и в других областях науки, в частности в генетике.

Итак, к концу XIX века представления о природе значительно расширились, а именно: материя была представлена в двух формах — полевой и корпускулярной, железный детерминизм XVIII века был значительно смягчен и случай приобрел статус научной категории.

#### *Возникновение постиндустриальной цивилизации*

В XX веке естествоиспытателей ждали сюрпризы, которые вошли в историю как научная революция. Трудности возникли при попытке объяснить тепловое излучение нагретого тела, — это явление было тщательно изучено экспериментаторами, но никак не поддавалось теоретическому описанию. Для решения этой задачи немецкий физик Планк в 1900 году ввел гипотезу о квантах энергии, т. е. предположил, что энергия не может передаваться непрерывно какими угодно долями, а только вполне определенными порциями — квантами энергии. Эта гипотеза противоречила господствующим представлениям, казалась дикой, но сравнительно быстро вошла в обиход физиков, нашла блестящее экспериментальное подтверждение и легла в основу нового направления физики — квантовой физики.

В это же время благодаря трудам немецкого физика А. Эйнштейна были созданы общая и специальная теории относительности, согласно которой три основных параметра природы — материя, пространство и время — не независимые элементы, как считали в XVIII и XIX веках, а взаимозависимые.

Теория относительности и квантовая физика составили существо новой физики, нового взгляда на мир.

В начале XX века в физике были сделаны новые открытия, в том числе расширилось число фундаментальных взаимодействий: наряду с известными дальнедействующими взаимодействиями — электромагнитным и гравитационным — стали известны два короткодействующих взаимодействия — сильное и слабое. Американский специалист в области связи Шеннон предложил и развил теорию информации, усилиями американского физика Винера возникла новая наука — кибернетика. Ошеломляющие открытия были сделаны в биологии. Вслед за наукой удивительные изменения произошли в технике, медицине и т. д.

Человечество пришло к миру, в котором вошли в быт атомная энергетика, космическая и ракетная техника, кибернетика, лазер, компьютер, чудеса современной химии, бактериологии и биологии.

В середине XX века произошло еще одно событие, последствия которого пока только осмысливаются: дальнейшее развитие термодинамики привело к появлению термодинамики открытых систем, или неравновесной термодинамики.

В 1940-х годах появилась работа норвежского исследователя Онзагера и бельгийского физика И. Пригожина, которые показали, что в открытых системах возможен такой ход процессов, при котором энтропия системы может уменьшаться, т. е. система спонтанно от хаотических состояний может переходить к упорядоченным. Как было указано выше, за эти работы им в 1977 году была присуждена Нобелевская премия, а новая наука получила название *синергетики*.

В ней рассматриваются различные кооперативные процессы, которые иногда называют согласованными, или когерентными. В связи с этим возможен вопрос, что же определяет развитие системы, конкуренция ее элементов или, наоборот, их согласованное действие (взаимоСОдействие). Напомним, что появилось новое определение системы, предложенное выдающимся русским физиологом П. К. Анохиным: «Системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных элементов, у которых взаимное действие и взаимоотношения принимают характер взаимоСОдействия компонентов на получение фиксированного полезного результата».

Синергетика пока еще только становится на ноги, это молодая наука, но она уже заставляет пересмотреть сложившуюся картину мира, ведет к существенному изменению научной парадигмы.

Старая научная парадигма, сложившаяся за триста лет развития современной науки, как уже отмечалось, кратко может быть охарактеризована словами рационализм, детерминизм, редукционизм, линейная математика. Синергетика, приводит к иной схеме познания и описания Природы. В ее основе лежат универсальный эволюционизм, сочетание детерминизма и стохастичности, редукционизма и холизма, нелинейный математический аппарат. Прежде всего, в синергетике подчеркивается, что в единой Природе должны соблюдаться единые законы Эволюции. Это положение существенно расширяет границы рационалистического взгляда на Природу, и получило название универсального рационализма. Законы развития подчиняются как детерминистическим, так и стохастическим причинам, для гармонического состояния требуется определенное сочетание того и другого.

Остановимся еще раз на редукционизме, который сводил изучение сложных систем к анализу отдельных ее составляющих и их взаимодействия. Этот метод является важнейшим этапом не только в истории науки, но и цивилизации. Но такой подход оказался не универсальным — формирование коллективного поведения элементов и образование из них системы требует другого методического подхода, получившего название холистического (целостного).

В процессе эволюции система проходит через точку бифуркации, из которой она может перейти или еще к более хаотическим состояниям, или к новым структурным образованиям.

Такие системы Пригожин назвал *диссипативными структурами*. Они обладают свойствами когерентности, т. е. ведут себя как единое целое и структурируются так, как если бы, например, каждая входящая в систему молекула, была «информирована» о состоянии системы в целом. Отметим, что исследование этих систем требует применения нелинейного математического аппарата.

#### *Новая парадигма образования*

Сложившаяся в науке ситуация делает актуальной проблему поиска новой парадигмы образования, так как образование всегда связано с наукой и исходит из ее достижений.

Мы уже отмечали особенности образования эпохи первой волны, в период второй волны также сложилась определенная регламентация в системе образования. Преподаватель стал частью учебной машины, ее передающим устройством; проведение обучения заключается в составлении учебников и доведении их содержания до учащихся, воспитательное воздействие на обучаемого жестко регламентировано.

Традиционная система образования, опирающаяся на принципы классической науки, по-видимому, должна меняться, т. к. происходят изменения в науке [1].

Прежде всего, требуется от дальнейшей дифференциации образования перейти к ее интеграции: объединения не только различных ветвей естествознания, но и гуманитарной сферы. Возможно, образование должно строиться не на изучении отдельных дисциплин, а на базе исследования проблем реального мира, отражающих глобальные проблемы современности.

Примером такого подхода может стать появившаяся на гуманитарных факультетах новая дисциплина «Концепция современного естествознания» [7]. Знакомство с этим курсом приводит к выводу, что подобный предмет был бы весьма уместен для естественных и инженерных специальностей.

В последнее десятилетие XX века неотвратимость перемен стала наглядно осязаемой и доступной широким кругам общественности. Необходимо информировать общество о реальном состоянии дел, лишать его возможности иллюзий и более целенаправленно вести его экономическое и нравственное образование с ориентацией на проблемы будущего.

В основе образования должна лежать некоторая мировоззренческая парадигма. Три четверти века любое образование в нашей стране опиралось на марксистскую схему, в других странах на какие-то иные схемы, далекие от тех проблем, с которыми начинает сталкиваться человечество. Сегодня, в переломный период истории, когда в жизнь нашей цивилизации вторгаются природные ограничения, новые мировоззренческие установки становятся общественной необходимостью. Человек должен найти нужный ключ в своих взаимоотношениях с Природой, с другими людьми — в противном случае он обречен.

Познав беду, которую несет непререкаемая идеология, мы поставили под сомнение ценность самой идеологии, что привело к смятению умов. На смену «сверхъидеологической» пришла безыдейная, мелкотравчатая идеология — практицизм. Это видение мира из мышиной норы, что может только усугубить трагедию. Пришло время выработки новых ответов на вопрос о природе бытия и разума.

Новая мировоззренческая установка должна объединить гуманитарные и естественные науки. Науку о сохранении цивилизации на планете, науку о сохранении всего живого. По предложению академика Н. Н. Моисеева, ее можно назвать *ноосферогенезом* [4].

Нам представляется, что общефилософское, мировоззренческое воспитание студентов должно базироваться на синергетике, которой возможно придать научно-естественный или социальный характер, в зависимости от специальности учащегося. Синергетика дает гуманитарное восприятие естествознания, т. к. рассматривает с единых позиций эволюцию и самоорганизацию физических, биологических и социальных систем.

Одна из трудностей обучения состоит в огромном количестве накопленных человечеством знаний. Синергетика показывает возможность справиться с подобным огромным количеством информации, которую надо передать учащемуся. Здесь возникают проблемы, связанные с оперативным использованием, хранением и переработкой информации. Образование следует

включить в единый информационный процесс, т. е. использовать различные виды электронного обучения, вовлечение в процесс большого числа участников, начиная со школьников и кончая специалистами. Система образования приобретает качества открытой системы, и человек активно в нее включается, т. е. становится не пассивным потребителем знаний, а участником творческого освоения мира. Иными словами, синергетичность в организации образования заключается в создании сотворческой обстановки в процессе образовательной деятельности [10]. В этом направлении в ряде ВУЗов начинают делаться энергичные шаги, в частности по созданию электронных учебников, авторы которых должны реализовать в них особенности такого способа переработки и представления информации.

В заключение отметим, что основные результаты в науке второй волны цивилизации были получены для линейных систем, находящихся в условиях, близких к равновесию. Однако мы живем в мире неустойчивости и необратимости, где развитие и разрушение идут рядом. Цивилизация третьей волны опирается именно на эти особенности реального мира. Синергетика предлагает не только философскую категорию этого мира, но и аппарат для его описания. Главный постулат синергетики в том, что единство мира требует и единства науки, рассмотрения с единых позиций не только различных ветвей технического образования, но и гуманитарной сферы.

(продолжение следует)

#### Л и т е р а т у р а :

1. Агни-Йога, Братство, Т. V. — М.: Русский духовный центр, 1992. — 331 с.
2. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. — М.: Наука, 1986. — 192 с.
3. Дульнев Г. Н. Введение в синергетику. — С-Пб.: Проспект, 1998. — 256 с.
4. Моисеев Н. Н. Современный рационализм. — М.: МПЗП КОКС, 1995. — 375 с.
5. Николс Г., Пригожин И. Познание сложного. — М.: Мир, 1990. — 342 с.
6. Олдак П. Г. Геогносеология. Миропостижение на рубеже переломной эпохи. Поиски формулы единения науки и веры. — Новосибирск: «Вист», 1995. — 340 с.
7. Потеев М. И. Концепции современного естествознания. Учебник. — СПб.: Питер, 1999. — 350 с.
8. Силин А. А. О единстве и саморазвитии мира //Вестник РАН. — 1993. — № 4.
9. Тоффнер Э. Третья волна. — М.: АСТ, 1999. — 780 с.
10. Шевелева С. С. К становлению синергетической модели образования //Общественные науки и современность. — 1997. — № 1. — С. 125–133.

*Dulnev G.N.*

#### **The Energy-Information Exchange in Nature**

The paper contains the attempt to present the scientific view for the possibilities of theoretical existence and experimental registration of so-called «subtle world» — the world of consciousness and informative fields — and its various phenomena. The interactions between Science and Religion and their development during the transition to postindustrial society are reviewed historically. The exposition has been made taking into account the conceptions of synergetic by using of basic ideas and without bulky mathematical tools. Special attention has been spared to the results of experimental investigations performed since 1979 in The Center of Energy-Information Exchange of SPbSIPMO (TU) under the guidance of the author.

*Keywords:* consciousness, synergetic, informative field, science, religion, physical reality, noosphere.

#### *Об авторе:*

**ДУЛЬНЕВ Геннадий Николаевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации. Профессор кафедры теплофизики Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета). Директор Центра энергоинформационных технологий. Области научных интересов: молекулярная физика и теплофизика, приборостроение, энергоинформационный обмен в природе. Опубликовал 9 монографий и более 300 научных статей, подготовил порядка 50 кандидатов и около 10 докторов наук.