

СТРЕЛА ВРЕМЕНИ В БИОСФЕРНО-НООСФЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ — это основной принцип физики эволюции живого. Термины «стрела времени» и «дление», соответственно, обычно связываемые с именами И. Пригожина и В. П. Казначеева, являются адекватными с тем отличием, что первый использует западноевропейскую научную традицию, а второй — отечественную.

Однако хронологически первым, кто исследовал время как имманентную физическим и биологическим процессам субстанцию фундаментального характера, был выдающийся французский философ Анри Бергсон — лауреат Нобелевской премии (1927 г.). Именно он показал, что длительность (дление) суть очень сложное понятие, своего рода «параметрами» которого являются динамика и информатика процесса, нелинейность, синергизм, самоорганизация и т.п. Чтобы определиться с принципиальной разницей между временем (как его обычно понимают) и длением, обратимся к рис. 1.

Наиболее абстрактным понятием является математическое время (рис. 1, *a*); оно может быть одинаково устремлено в будущее и в прошлое описываемого формулой процесса: $F = \varphi(t)$ и $F = \varphi(-t)$. Это тривиально, потому для описания биопроцессов, в том числе эволюции, неприменимо; гусеница непременно разовьется в бабочку, но не наоборот. Дление же имеет только одну стрелу времени — в будущее.

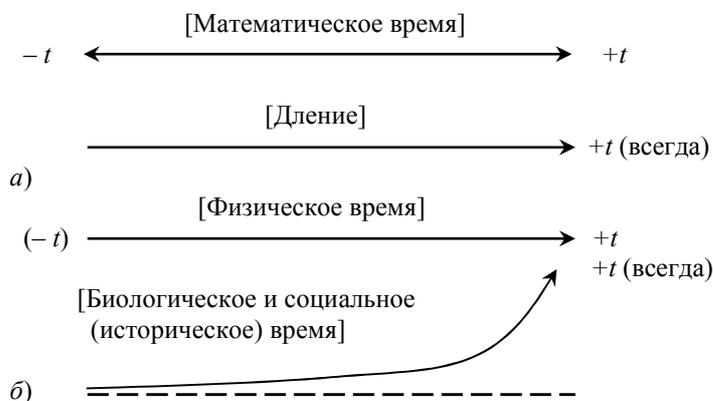


Рис. 1. К иллюстрации математического времени и дления (*a*); физического и биологического времени (*б*).

Физическое время (рис. 1, *б*) также является обратимым, например, циклы перехода ... лед — вода — пар — вода — лед ... в замкнутом объеме

при вариации параметров (p , t° , v), но нас в данном случае интересует качество равномерности физического времени. В отличие от него, биологическое и социальное (историческое) дление не является равномерным, а его эквидистантность сокращается, то есть скорость процессов нарастает экспоненциально — $\exp(\lambda t)$. Кроме того, для этого дления характерен спиралевидный процесс (рис. 2); кстати говоря, это не только прерогатива философии материализма, но и современного неопозитивизма.

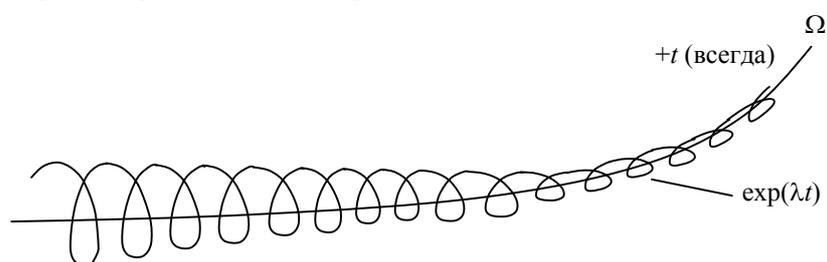


Рис. 2. Спиралевидная развертка дления биологических (социальных, исторических) процессов

В отношении самой спирали пояснения, понятно, не требуются. Другое дело — характер этой спирали. В работе Р. Ф. Абдеева приведено аргументированное обоснование того факта, что адекватное отображение процессов развития дает сходящаяся спираль с переменным шагом, построенная в пространстве энтропии в координатах информации и с введением параметров времени и прогресса. Отсюда вытекает: а) биологическое дление есть также спиралевидный процесс — в поступательном разворачивании спирали (отождествление «спираль процесса \approx спираль дления» эквивалентно, например, введению пространства-времени Римана или Минковского в ОТО, то есть параметр делается конформным (подобным) динамике процесса); б) последовательное сужение спирали — эффект ускорения дления — есть отображение экспоненциального процесса развития живого мира; особенно это относится к этапу *homo sapiens*; в) схождение спирали в точку, по всей видимости, соответствует Ω — «точке Омега» в определении Тейяра де Шардена; этот момент подробно рассматривается в Ч. III настоящей книги.

С учетом сказанного справедлива

Лемма 1. Биологическое время-дление есть параметр движения живой материи с вектором «прошлое \rightarrow возникающее \rightarrow будущее», описываемый функцией последовательно разворачиваемой по экспоненциальной медиане спиралью с переменным шагом и уменьшающейся амплитудой, в будущем сходящейся к точке $\Omega(t \rightarrow \Omega)$, причем информация в процессе дления в

каждый текущий момент $t_{i \rightarrow i+1, \Delta i \rightarrow 0} \in \Delta t_{[i, i+1]} \in t$ (дление) включает в себя информацию о текущем моменте $\Delta I_{i \rightarrow i+1, \Delta i \rightarrow 0}$ и всю информацию $\sum I_{np}$ о прошлом, то есть $t_{текущ} = \Delta I_{i \rightarrow i+1, \Delta i \rightarrow 0} + \sum I_{np}$, а сама стрела времени в процессе дления флуктуирует в поисках оптимального пути эволюции, заданного в абрисе фундаментальным информационным кодом.

Наиболее наглядной иллюстрацией к «информационной части» леммы 1 является структура ДНК. Другой пример — работа человеческого мозга.

В диаграммной системе записи это означает:

$$\boxed{\exp(\lambda t)} \rightarrow \boxed{БО} \rightarrow \boxed{\text{Фенотип} \rightarrow \text{генотип}} \rightarrow \boxed{\uparrow_{\text{exp}}}. \quad (1)$$

То есть в процессе дления $\exp(\lambda t)$ биообъект испытывает изменения как в части фенотипа, так и генотипа, что приводит к экспоненциальному (\uparrow_{exp}) усложнению биосферы в целом.

По всей видимости, именно Бергсон определил эволюционное время как дление («Вселенная длится»), причем дление не только прерогатива жизни, но и всего мироздания. Кроме необратимости стрелы времени, важной характеристикой дления является последовательность. То есть, рассматривая некоторый отдельный процесс или объект, мы можем сразу, в единый момент времени, представить себе его прошлое, настоящее и экстраполируем будущее, но в реальности это развертывание идет в строгой последовательности.

Но специфика дления живого мира, по отношению к косной материи, в том и состоит, что, во-первых, живое многолико в расслоении на виды и внутри видов на сугубые индивидуальности; во-вторых, жизнь никогда полностью не реализуется, то есть ее дление суть устремленность в будущее развитие; мы не можем сказать: где предел исчерпывания потенциала жизни?

Спустя более чем полвека от написания Бергсоном основных трудов, вопрос времени исследовал И. Пригожин с коллегами по брюссельской научной школе. Основным предметом внимания Пригожина является необратимость стрелы времени, при этом он особо отмечает заслугу А. Бергсона в постановке парадокса времени.

Действительно, отрицание или неучет однонаправленности дления (то есть стрелы времени) в физике и вообще в естествознании уже с середины XIX века вызывало множество методологических несоответствий. Наибо-

лее известный парадокс связан с решением уравнений ОТО в интерпретации Гильберта-Эйнштейна, то есть без учета неизвестного тогда расширения Вселенной.

Во второй половине XX века мощное развитие получила, во многом благодаря исследованиям брюссельской школы, физика неравновесных процессов, тесно связанная с процессами самоорганизации и диссипации, для которых необратимость времени есть выраженная фундаментальная характеристика, а не феноменология человеческого мышления. Но именно названные выше процессы, а также вероятностное описание в терминах совокупности возможных траекторий (стохастический анализ «упорядоченного» хаоса) — есть прерогатива живой материи.

Именно хаос с его вероятностным описанием, которое не допускает математической обратимости $F = \varphi(t) \equiv F = \varphi(-t)$ (здесь знак тождественности использован в указанном смысле), позволяет утверждать: включение стрелы времени в фундаментальное динамическое описание системы есть фактор *a priori*. С другой стороны, все биосистемы характеризуются несводимым (необращаемым) стохастическим описанием, то есть являются хаотическими. К этому вопросу мы вернемся при дальнейшем изложении материала главы.

Подчеркнем, что проблема стрелы времени решалась в принципиальном для физики конца XIX — первой половины XX веков вопросе: как соотнести обратимые во времени законы динамики и второе начало термодинамики, для которого характерно дление — необратимая эволюция со стрелой времени к равновесию. В перенесении на живую материю наиболее известной иллюстрацией онтологического единства хаоса и дления является эволюция, ибо в процессах последней от Ламарка и Дарвина до современных эволюционистов, в том числе и креационистов, одинаково рассматриваются не *индивидуальности*, но *популяции*, то есть множества особей и их групп в тесном и опосредованном переплетении со множеством же ходов эволюции и тупиковыми ветвями — что есть по определению хаос.

Что же касается математического описания обратимых и необратимых процессов, то соответствующий аппарат следует искать в сводимых и несводимых статистических описаниях, соответственно.

Сформулируем (дополняющую лемму 1) лемму:

Лемма 2. Дление, как основной постулат эволюционного движения материи, с физической точки зрения характеризует при $t \rightarrow +\infty$ хаотический процесс, стремящийся к равновесию, а математически описывается в терминах статистических закономерностей несводимыми уравнениями.

Необратимость времени в эволюции и процессах жизнедеятельности. Рассмотрим несколько полезных иллюстраций к изложенному выше и относящихся к биопозу (биоэволюции). На рис. 3 показаны три варианта

хаотического процесса. Первые два рисунка пояснений не требуют (см. подписи), а источники U_1, U_2, \dots, U_n на рис. 3, в суть исходные моменты, то есть агенты начальной эволюции. Пересечения на рисунках характеризуют как ветви эволюции организмов (например, временное пересечение неандертальцев и кроманьонцев), так и более «тонкие» механизмы эволюции, например, горизонтальный перенос генов, о чем речь пойдет далее.

Если же, например, рассматривать «древо развития человеческого племени» (рис. 4), то в этом эволюционном процессе сочетаются все три варианта хаотических процессов, показанных на рис. 3, то есть процесс начинается с источников — начальных условий для биосинтеза — и заканчивается (понятно, пока мы это предполагаем) точкой «Омега».

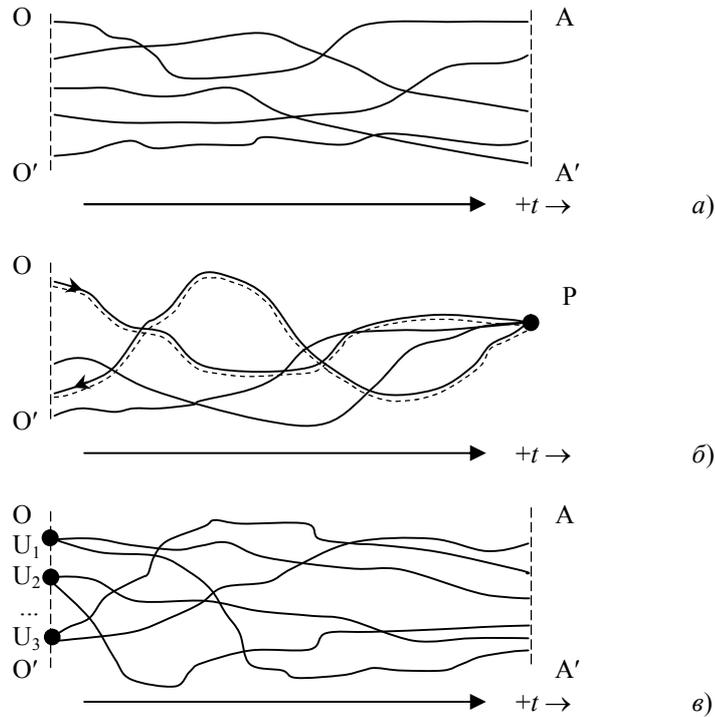


Рис. 3. Хаотические процессы, описывающие эволюцию живого: хаотический процесс с пересекающимися ходами, взятый между двумя вертикальными временными срезами OO' и AA' (а); хаотический процесс в одной из ветвей эволюции — от среза OO' до точки равновесия P (б); хаотический процесс, начинающийся от источников U_1, U_2, \dots, U_n , взятый в срезе AA' (в)

Анализ процессов, проиллюстрированных выше, показывает, что уравнения, их описывающие, не имеют обратного решения — при замене $(+t)$ на $(-t)$. Это хорошо объяснимо физически: операции дифференцирования или интегрирования, то есть математического описания любого процесса, имеют обратное решение только в случае одного пути этих операций по выбранному параметру, времени в данном случае. Если же процесс хаотический и предполагает несколько путей, как на рис. 3 и 4, то возможно только адекватное описание процесса при $(+t \rightarrow)$, а обратное описание $(\leftarrow -t)$ уже не будет сводиться к исходным источникам; см. на рис. 3, б указанные стрелками пути $(+t \rightarrow)$ и $(\leftarrow -t)$.

Сказанное относится и к любым процессам жизнедеятельности, где, в частности, процессы внутриорганизменного информационного обмена описываются солитонами (рис. 5).

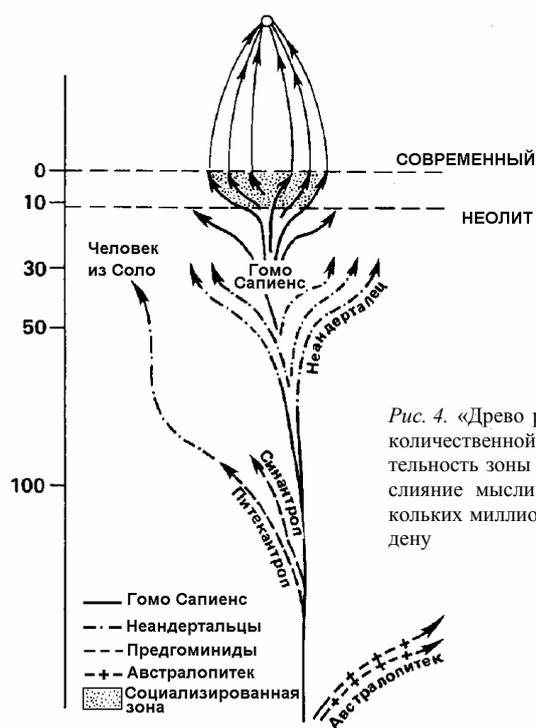


Рис. 4. «Древо развития человеческого плеста» с количественной оценкой в тысячах лет (длительность зоны конвергенции в точке «Омега» — слияние мысли в мегасинтезе — порядка нескольких миллионов лет) — По П. Тейяру де Шардену

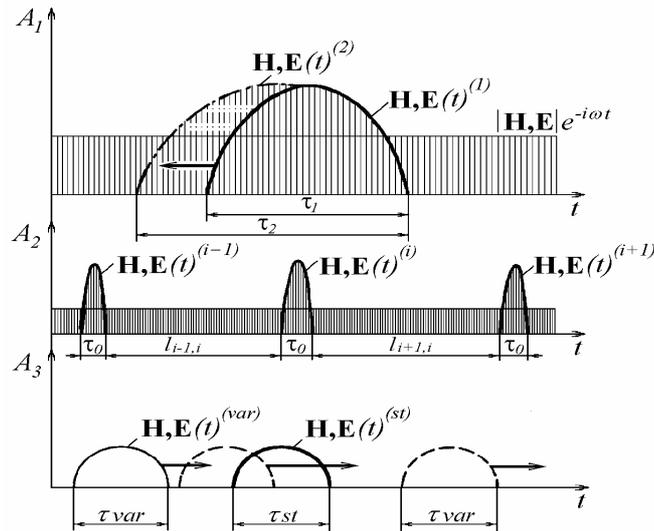


Рис. 5. К иллюстрации солитонных процессов внутриорганизменного обмена информацией

В координатах (A_1, t) показан солитон огибающей $H, E(t)^{(1)}$ электромагнитной волны с начальной длительностью τ_1 ; последующие солитоны — то есть те же нервные импульсы — $H, E(t)^{(2)}$ генерируются с длительностью $\tau_2 \neq \tau_1$. Плавное изменение δt и есть информационная модуляция, то есть изменение информационного содержания сигнала при прохождении по системе нейронов, особенно нейронов головного мозга. В координатах (A_2, t) проиллюстрирована информационная модуляция изменением расстояний $var\ l$ между посылками солитонов длительностью τ_0 . Наконец, в координатах (A_3, t) показана возможность взаимного информационного кодирования, использующая свойство солитонов «проходить» друг через друга, не изменяя своих параметров.

Таким образом, как в эволюционных процессах, так и в процессах жизнедеятельности организма, время есть дление, не допускающее обратного хода; в противном случае имеем физическую и математическую несводимость.

В общем случае можно говорить — в аспекте наших интересов — об имманентности дления и процессов, характеризующих неинтегрируемые динамические системы. Биосистемы являются динамическими с выраженным параметром времени. Неинтегрируемость динамической системы есть

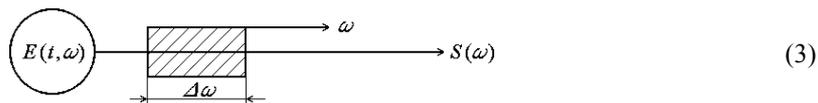
апология качества дления для параметра времени. В классической физике оперируют, в основном, с интегрируемыми системами, но Анри Пуанкаре в своей знаменитой теореме показал, что появление расхождений (неинтегрируемости) в решении задач динамики не может быть устранено. Вывод первый и основной из теоремы Пуанкаре в интересующем нас аспекте: невозможно введение качества цикличности для сложных динамических процессов, в первую очередь, для эволюционных процессов. Ибо цикл есть обобщенная гармонизация процесса. Но для гармонического процесса время обратимо; от обратного — для эволюционного, то есть нециклического, негармонического, процесса время необратимо.

Упомянутые выше эволюционные уравнения, описывающие солитонные процессы в эволюции и жизнедеятельности биообъектов, описывают процессы во времени волновой функции. Например, вид уравнения Шредингера

$$iu_t = u_x^2 - 4iu_2u_x + 8|u|^4 u, \quad (2)$$

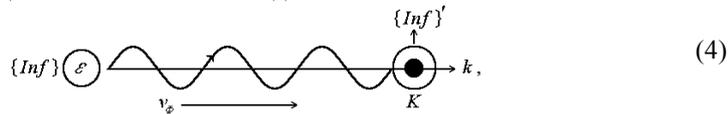
также относящегося к классу модельных уравнений дисперсионно-эволюционного типа, позволяет говорить, что оно, на первый взгляд, детерминистично и обратимо во времени.

Однако, как показал И. Пригожин, между уравнениями вида (2) и классическими уравнениями движения для траекторий существует *принципиальное* различие, ибо уравнение Шредингера «управляет» амплитудами вероятности. А для перехода от этих амплитуд к собственно вероятностям в квантовой теории вводится *коллапс волновой функции*. Поясним это различие диаграммами. На диаграмме (3) показана действенность гармонического сигнала $E(t, \omega)$, где ω — круговая частота, $\Delta\omega$ — учитываемый участок (бесконечного) спектра, $S(\omega)$ — спектральная функция сигнала.



Этот гармонический сигнал обратим во времени, то есть при $(-\infty \leftarrow -t)$ по спектру $S(\omega)$ мы всегда можем восстановить исходный сигнал $E(t, \omega)$ — обычная задача теории цепей.

Диаграмма же для процесса, описываемого уравнением Шредингера, имеет принципиально отличный вид:



Данная диаграмма иллюстрирует распространение импульса по нервному волокну. Импульс (амплитуда вероятностей) \bar{P} распространяется вдоль волокна по закону

$$\bar{P} = \frac{\bar{k}}{\omega} \varepsilon = \frac{\bar{k}}{k} \frac{1}{v_\phi} \varepsilon, \quad (5)$$

где $v_\phi = \omega/k$ — фазовая скорость волны; ε — энергия импульса; \bar{k} — волновой вектор; $k = |\bar{k}|$ — волновое число в направлении распространения импульса; ω — частота следования импульсов (для одиночного солитона соотношение верно, но усложняется).

Как следует из (4), (5), процесс распространения импульсов является динамическим: перенос энергии ε и информации $\{Inf\}$ с последующим коллапсированием $\{Inf\}_\varepsilon|_{+t \rightarrow} \Rightarrow \textcircled{K} \Rightarrow \{Inf\}'|_{+t \rightarrow}$ на нервных окончаниях.

Информационное содержание каждого импульса-дискрета, таким образом, в точке коллапсирования определяется как «информационная добавка» $\{Inf\}'$ к ранее высвободившейся информации $[\sum \{Inf\}' >]$; кроме того, полная информация, необходимая, например, для совершения акта сокращения мышцы — исполнительного органа биосистемы, определяется и последующими посылками импульсов $[\sum \{Inf\}' <]$.

Из анализа в данном конкретном примере (4) видно, что уравнение Шредингера с условием коллапсирования *необратимо во времени*. Таким образом, введение коллапса волновой функции в решение модельных уравнений дисперсионно-эволюционного типа переводит эти уравнения из класса обратимых во времени детерминистических уравнений к вероятностным, необратимым.

Опять же понятен и физический смысл коллапса в примере (4): энергия динамического процесса высвобождается на нервных окончаниях и приводит в исполнение акт, например, мышечного сокращения. То есть, в общем случае, это переход качества энергии в качество информации. На основании вышеизложенного справедлива

Лемма 3. *Коллапс волновой функции, описываемый в процессах биоэволюции и жизнедеятельности модельными уравнениями дисперсионно-эволюционного типа, физически есть диссипация энергии динамического процесса с выявлением полезной информации. Соответственно, диссипа-*

ция энергии налагает запрет на обратимость во времени процесса и делает его вероятностным.

Лит. Яшин А. А. Живая материя: Онтогенез жизни и эволюционная биология / Предисл. В. П. Казначеева.— М.: Изд-во ЛКИ / URSS, 2007.— 240 с. (2-ое издание в 2010); Казначеев В. П., Спирин Е. А. Космопланетарный феномен человека: Проблемы комплексного изучения.— Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991.— 304 с.; Тейяр де Шарден П. Феномен человека. Преджизнь. Жизнь. Мысль. Сверхжизнь: Перевод с фр.— М.: Наука, 1987.— 240 с.; Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение: Пер. с англ.— М.: Мир, 1990.— 344 с.; Бергсон А. Творческая эволюция: Пер. с фр.— М.: ТЕРРА — Книжный клуб; КАНОН-ПРЕСС-Ц, 2001.— 384 с.; Абдеев Р. Ф. Философия информационной цивилизации.— М.: ВЛАДОС, 1994.— 336 с.