

М. П. Чернышева

## ОБ АКТИВНЫХ СВОЙСТВАХ ВРЕМЕНИ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ<sup>1</sup>

Активные свойства времени рассматриваются на примере регуляции им временной структуры организма, включающей в себя временные процессы, их эндогенные генераторы и механизмы субъективного времени. Осцилляторы клеточного и тканевого уровней и таймеры физиологических систем выступают в роли накопителей и усилителей влияния астрономического времени, запуская временные процессы на разных уровнях организма. Сходство и различия свойств времени и временных процессов рассматриваются с позиций информационно-энергетической природы биологического времени. Анализируются функции разных типов временных процессов в формировании эндогенного времени организма, а также роль асимметричных и симметричных временных процессов в «сдерживании процессов разрушения».

*Chernisheva M. P. On active properties of time in the living organisms.*

Active properties of time are considered on an example of regulation by it of organism's time structure, which includes temporal processes of organism, them inner generators and mechanisms of subjective time. Cellular, tissue oscillators and timers of physiological systems act in roles summators and amplificators of influence of astronomical time and start up temporal processes at different levels of an organism. Some distinctions of properties of time and temporal processes are considered from an attitude of information-power nature of biological time. Functions of different types of temporal processes in forming of organism's inner time are discussed. Moreover a role of asymmetric and symmetric temporal processes in «restrain of destruction» are considered.

Идеи Н. А. Козырева об активном воздействии времени на объекты мира, выраженном в противодействии «разрушению организованности и производству энтропии», а также о возможности накопления слабых влияний времени в живых организмах [3–5] находят подтверждение в многочисленных исследованиях и уже сложившихся представлениях современной биологии. Последние позволяют, кроме того, высказать предположение о природе времени, отраженного во временных процессах живых организмов.

<sup>1</sup> © М. П. Чернышева, 2008.

## 1. О ПРИРОДЕ ВРЕМЕНИ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

Если активное воздействие времени на биосистемы существует, оно, по-видимому, должно обладать свойствами, сходными с энергией. В живых организмах воздействие любой энергетической природы (механической, гравитационной, электромагнитной, световой и т. д.) воспринимается как информация о нем. У многоклеточных организмов в нервной системе простейший код информации представляет собой временную последовательность нервных импульсов (или электрических потенциалов, обусловленных трансмембранным движением ионов) и имеет *электро-хемо-частотную (-временную) природу*. Время участвует и в более сложных способах кодирования информации [9 и др.]. Этот многократно доказанный факт, а также взаимосвязь времени с изменением информации позволяют выдвинуть предположение об информационно-энергетической его природе и выразить это соотношением

$$T = (E_{inf} + E_d) / m, \quad (1)$$

где  $E_{inf}$  — энергия, сопряженная с кодированием, проведением, фиксацией в памяти информации или с ее извлечением (процессингом);  $E_d$  — часть энергии, которая диссипирует при процессинге информации в тепловую;  $m$  — мгновенная интенсивность метаболизма [12]. Известно, что, согласно принципу Ле Шателье, увеличение интенсивности метаболизма в живом организме сопровождается ростом энтропии, тогда как информация выступает в роли негэнтропии [2].

## 2. ВРЕМЯ И ВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

При анализе свойств временных процессов (референтов времени, по выражению И. Ньютона) в биосистемах на всех уровнях — от молекулярного до уровня «организм—окружающая среда» — заметно их отличие от таковых астрономического времени, для которого Н. А. Козырев определил величину хода времени. Этот парадокс легко разрешим, если допустить, что субстанциональный поток времени [6, 7], пронизывая все уровни бытия, запускает на каждом из них временные процессы. Тогда время и

временные процессы имеют общую природу, обладают сходными направленностью и непрерывностью. Однако временные процессы обладают и другими свойствами, такими как латентность, неравномерность скорости и плотности (т. е. дискретность), длительность, а также последовательность как способность каскадно запускать ряд временных процессов. Поскольку временные процессы являются компонентами временной структуры организма наряду с их эндогенными генераторами и механизмами субъективного времени [12], предположение об их запуске субстанцииальным потоком времени согласуется с мыслью Н. А. Козырева о том, что время увеличивает организованность системы (в данном случае, временной структуры организма).

В живых организмах к временным процессам можно отнести «стрелу времени» онтогенеза с прошлым, настоящим и будущим, накладывающиеся на нее *монофазные процессы* (например, рождение, половое созревание), маркирующие онтогенез на периоды (эмбриогенез, детство, отрочество и т. п.); *тенденции*, выражающиеся в монотонном и направленном изменении одного из параметров внутренней среды организма и поддерживающие его значения в соответствующих пределах, характерных для данного периода (например, артериальное давление, содержание кальция или сахара в крови в детстве и старости); *циклы* (деления клетки, метаболические, дыхательный, репродуктивные и т. д.), число которых может определять длительность периода онтогенеза; *ритмы*, поддерживающие оптимальный разброс значений параметров относительно мезора, т. е. структурирующие информацию о них и тем самым противодействующие росту затрат энергии и энтропии.

### **3. О ВОЗМОЖНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ВЛИЯНИЙ ВРЕМЕНИ**

Эндогенные генераторы временных процессов живого организма могут выполнять функции «накопителя» влияний времени и «переключателя» его потока на определенном структурном уровне с запуском соответствующих временных процессов.

Это могут быть, например, ионные каналы-осцилляторы клеточных мембран нейронов, запускающие спонтанную генерацию

нервных импульсов, которые обладают чувствительностью к *пороговым* изменениям электрического потенциала мембраны клетки в направлении гиперполяризации, рН и(или) температуры и внутриклеточной концентрации циклических нуклеотидов [13, 14 и др.]. Заметим, что рН характеризует термодинамическую подвижность протонов, т. е. уровень свободной энергии, температура может быть частично обусловлена величиной  $E_d$ , а циклические нуклеотиды обеспечивают накопление энергии химических связей в процессах фосфорилирования. Достижение пороговых значений названных параметров можно, по-видимому, трактовать как отражение процесса накопления влияний времени, необходимого для запуска соответствующего временного процесса (в данном случае последовательности нервных импульсов).

Другим примером подобного запуска временного процесса временем служит хорошо исследованный циркадианный механизм часовых генов (clock-генов), активируемый в растениях, структурах мозга насекомых и позвоночных животных, связанных с органами зрения. Он *синхронизирует* в околосуточном ритме работу эндогенных генераторов временных процессов и подстраивает ее под внешние источники энергии, в первую очередь, световой [1 и др.]. Однако аналогичный clock-механизм активируется также в клетках печени, поджелудочной железы, клетках соединительной ткани фибробластах, далеких от прямого воздействия света, что позволяет допустить влияние на него других видов энергии и, возможно, времени. Заметим, что синхронизация временных процессов организма направлена на накопление энергии. Например, при концентрации внимания человека на новом тексте в передних отделах лобной коры симметричных полушарий мозга наблюдается синхронизация ритмов электроэнцефалограммы, сопровождаемая увеличением их мощности и предвещающая последующие энергозатратные процессы по распознаванию букв, слогов, т. д., проявляющиеся в десинхронизации и функциональной асимметрии полушарий [4].

На уровне структуры молекул белков, особенно в области межнейронных контактов (синапсов), а также нервной системы в целом можно говорить о функции памяти как накопителе информации (времени). При этом в памяти информация о событиях прошлого времени «свернута», т. е. уплотнена благодаря селекции

незначимой информации. Уплотняется и сопряженное с информацией время, маркирующее ее расположение на стреле времени. По-видимому, эти процессы необходимы для увеличения в памяти объема информации, которая как негэнтропия имеет значение для сдерживания роста энтропии в процессах жизнедеятельности организма. О подобном влиянии времени на «разрушительные процессы» в ходе старения биосистем писал Н. А. Козырев [5]. Остановимся на этом подробнее.

#### **4. ВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И «СДЕРЖИВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ (РОСТА ЭНТРОПИИ)»**

Большое значение для сдерживания темпов старения имеет, по-видимому, соотношение *симметричных* и *асимметричных* временных процессов. К асимметричным процессам можно отнести направленное время онтогенеза (стрела времени), монофазные процессы и тенденции, а тождественные самим себе ритмы и циклы — к симметричным временным процессам. Последние через синхронизацию направлены на сохранение и оптимизацию энергетического потенциала организма, поэтому их нарушение (например, нарушение сердечного ритма, цикла «сон–бодрствование» и т. п.) приводит к увеличению риска патологий и ускоряет старение. На это указывает сердечно-дыхательная синхрония, описываемая как защитная адаптивная реакция в условиях нарастания кислородного долга при мышечных нагрузках [8]. Она направлена на усиление процессов окисления в тканях, т. е. на поддержание энергетического потенциала организма.

Далее, в структурах головного мозга синхронизация ритмов импульсной активности нейронов и электроэнцефалограммы используется как механизм усиления и выделения из шума сигнала и(или) ответа на воздействие [4, 9 и др.]. Синхронизация и увеличение амплитуды ритмов дыхательной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, усиление метаболизма при запуске ответа на стрессорные воздействия также служат росту уровня энергетического потенциала организма. При этом сами висцеральные системы организуют энергетические потоки и путем активации

своих рецепторов способствуют оптимизации объема эндогенной информации как негэнтропии.

Повторяемость и стереотипность реакций определенного цикла, а также его суммарной длительности указывают на меньшую энерго- и «времяемкость» этих симметричных процессов (как и ритмов) по сравнению с асимметричными. Кроме того, совокупность темпоральных характеристик такого цикла может восприниматься нервной системой как «временной стереотип» или символ, что облегчает и ускоряет считывание информации о временной структуре организма (например, при узнавании младенцем электрокардиограммы матери).

Регуляция времени существования организма (в соответствии с программой генома) может осуществляться не только путем изменения соотношения асимметричных и симметричных временных процессов в его временной структуре в разные периоды жизни, но и посредством увеличения асимметрии асимметричных, в первую очередь, направленного времени онтогенеза. Его асимметрия обусловлена тем, что составляющие стрелу времени прошлое, настоящее и будущее времена организма различаются по свойствам, объему сопряженной с ними информации, уровню энергии и энтропии, максимальных для настоящего времени и минимальных для будущего [12].

Так, к свойствам *настоящего* времени можно отнести новизну (изменение) информации, выявление и оценку степени ее новизны путем сравнения с уже имеющейся в памяти информацией из прошлого времени, направленную развертку информации во времени, характеристику динамики потока информации, структурирование информации в процессе ее обработки и ввода в память.

К свойствам *прошлого* времени, связанного с механизмами памяти, можно отнести отсутствие (относительное) новизны информации — в памяти хранится уже известная, обработанная информация, отсутствие временной развертки информации о прошедших событиях (до запуска механизма воспоминания).

Для *будущего* времени характерны проективность и схематичность, мотивация и цель играют роль факторов темпорального структурирования информации о будущем, дискретность субъективного конкретного представления о будущем, относительно конкретной может быть информация лишь о цели и начальных этапах программы

ее достижения. Информация о будущем включает в себя оценку времени достижения цели как отдельный «блок информации», программа будущего времени формируется в настоящем с участием информации, хранимой в памяти, т. е. информации прошлого времени.

Эти различия не позволяют говорить о зеркальной симметрии прошлого и будущего относительно настоящего, во всяком случае, для живых организмов. Вместе с тем нельзя не отметить *противоречивость асимметрии* «стрелы времени». Так, хотя прошлое не тождественно (асимметрично) будущему и оба не тождественны настоящему, но прошлое хранит нереализованные варианты будущего. Далее, в настоящем объединяется информация настоящего (новая) и прошлого (в том числе сохраненные варианты программ будущего) для формирования новой программы будущего, т. е. прошлое и настоящее включены в будущее, а будущее — в настоящее и прошлое.

По-видимому, функциональный смысл объединения в настоящем прошлого и будущего обусловлен тем, что большие неустойчивость, уровни энергии и энтропии настоящего времени (в связи с процессингом новой информации) делает его энергетическим «донором» для поддержания информационной наполненности прошлого и для создания схем будущего времени. Известно, что в пожилом и старческом возрасте снижение чувствительности органов зрения, слуха, обоняния приводит к уменьшению объема сенсорно воспринимаемой новой экзогенной информации, процессинг которой требует значительных затрат энергии и времени. В процессе поддержания оптимума энергетического потенциала организма и объема информации это может компенсироваться увеличением доли эндогенной информации — от рецепторов мышц и внутренних органов, а также извлеченной из памяти и сопряженной с прошлым временем. Стереотипность и меньшие затраты энергии на ее процессинг обуславливают в такой ситуации ускорение связанного с ним времени [12]. В целом это влияет на изменение длительности субъективного настоящего времени ( $T_C$ ) в соответствии с выражением

$$T_C = T_{\text{экз}} - T_{\text{энд}}, \quad (2)$$

где увеличение доли эндогенной информации и связанного с ней времени  $T_{\text{энд}}$  приводит к ускорению субъективного времени ( $-T_C$ ), тогда как увеличение доли новой экзогенной информации и

связанного с ней времени  $T_{\text{ЭКЗ}}$  — к замедлению ( $+T_C$ ) [11, 12]. Следовательно, наряду с элиминацией создания программ будущего времени в старческом возрасте в целом усиливается асимметрия «стрелы времени» в результате увеличения доли прошлого времени. Это позволяет трактовать феномен «жизни в прошлом» у лиц этой возрастной категории как механизм уменьшения энергетических затрат на поддержание временной структуры организма, позволяющий снизить скорость процессов его старения, оптимизировать энергетический потенциал и объем информации. Он, по-видимому, тем более успешен, чем больше объем долговременной памяти. Этот же механизм использования извлекаемой из памяти информации, связанной с прошлым, можно наблюдать на фоне острого нервного истощения (галлюцинации), а также при переходе от медленноволновой фазы сна, характеризующейся гипоксией и гипотермией, к быстроволновой (сновидения), сопровождаемой активацией висцеральных систем и повышением температуры тела.

Заметим, что у детей и подростков в период интенсивного развития организма и восприятия огромных объемов экзогенной информации, отличающийся высокой энергоемкостью, преобладают временные процессы, связанные с настоящим и будущим временем [10]. Иная направленность усиления асимметрии стрелы времени в этом возрасте по сравнению с поздними периодами онтогенеза обусловлена, по-видимому, описанными ранее свойствами самого настоящего и будущего времени [11]. Таким образом, время существования организма может регулироваться не только путем изменения в разные периоды жизни соотношения асимметричных и симметричных временных процессов в его временной структуре, но и путем усиления асимметрии асимметричных. Это соответствует известному увеличению в ходе эволюции асимметрии пространственно-временного континуума живых организмов наряду с тенденцией к росту продолжительности жизни.

## 5. О ПЛОТНОСТИ ВРЕМЕНИ

Термин «плотность времени», введенный Н. А. Козыревым, в соответствии с выражением (1) применительно к временным процессам живого организма может быть наполнен вполне конкретным

содержанием. Так, в нейрофизиологии распространено представление о сознании как процессе сканирования информации, хранящейся в памяти. Очевидно, что этот процесс, как и восприятие информации от рецепторов внутренних органов, мышц и т. д. или окружающей среды может происходить по-разному. Если информация обладает новизной, особенно значительной, то любой «сюжет» будет прочитываться полностью, от эпизода к эпизоду, что удлиняет процессинг информации. Если же последняя уже известна, то опознание ее и прочитывание могут осуществляться по «ключевому слову или эпизоду», т. е. по символам. Тогда значительно больший объем информации будет «просмотрен» за меньшее время и с меньшими затратами энергии на ее процессинг. Следовательно, информационно-энергетическое наполнение времени определяет его плотность  $d$  (от англ. density — плотность). Например, известно, что основной принцип обучения — это обучение стереотипам — сенсорным (лица, слова, шахматные партии и т. д.) или моторным (навыки письма, вождения и т. п.). Во сне сканирование сюжетов памяти по ключевым эпизодам позволяет просмотреть множество сновидений за короткий интервал времени, что при увеличении плотности ускоряет субъективное время.

Интересно, что рассуждения Н. А. Козырева<sup>1</sup> о соотношении уровня энтропии и плотности времени фактически описывают события, происходящие на первых двух фазах ответа организма при стрессе новизны. Они были описаны Г. Селье как компоненты общего адаптационного синдрома (совокупности защитных реакций) организма. На фазе первичного шока (ориентировочный рефлекс), когда тормозятся движения, висцеральные системы и, как следствие, снижаются метаболизм, рост энтропии и температура тела, концентрация внимания на новом внешнем раздражителе и последовательно-подробное «прочтение» информации о нем связаны со снижением плотности времени, и в соответствии с выражением (2)  $T_c$  замедляется. Следующая фаза стресс-ответа харак-

---

<sup>1</sup> «Процессы, в которых идет возрастание энтропии, т. е. происходит разупорядочение, увеличивают вокруг себя плотность времени, и, наоборот, процессы, сопровождающиеся понижением энтропии, уменьшают плотность времени вблизи себя...».

теризуется активацией висцеральных систем, метаболизма, ростом температуры (и энтропии) — доминирует эндогенная стереотипная информация и плотность времени возрастает, а  $T_c$  ускоряется.

Рассмотренные особенности временных процессов и временной структуры живых организмов, на наш взгляд, подтверждают некоторые представления Н. А. Козырева об активных, т. е. воздействующих на объекты физически, свойствах времени. Однако следует подчеркнуть, что приведенные трактовки могут быть справедливы лишь в случае справедливости выдвинутой гипотезы об информационно-энергетической природе времени и запускаемых им на разных уровнях организма временных процессах.

#### УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арушанян Э. Б., Бейер Э. В. Супрахиазматические ядра гипоталамуса и организация суточного периодизма // Хронобиология и хрономедицина. — М.: Триада-Х, 2000. — С. 64–79.
2. Брюллиен Л. Научная неопределенность и информация. — М.: Ком-Книга, 2006. — 272 с.
3. Вакуленко А. А., Караваев Э. Ф., Козырев Д. Н. и др. Время как организующий фактор ноосферы // Вестн. С.-Петерб. отделения РАЕН. 1997. № 1 (4). — С. 378–383.
4. Иваницкий Г. М., Николаев А. Р., Иваницкий А. М. Взаимодействие лобной и левой теменно-височной коры при вербальном мышлении // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 1. — С. 5–11.
5. Козырев Н. А. О воздействии времени на вещество // Физические аспекты современной астрономии // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 11. — М.; Л., 1985. — С. 82–91.
6. Козырев Н. А. Причинная механика или несимметричная механика в линейном приближении // Козырев Н. А. Избранные труды. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. — С. 232–287.
7. Левич А. П. Метаболический и энтропийный подходы в моделировании времени // Гордон. 2003. № 1.
8. Покровский В. М., Абушкевич В. Г., Потягайло Е. Г. и др. Сердечно-дыхательный синхронизм: выявление у человека. 1: Зависимость от свойств нервной системы и функциональных состояний человека // Успехи физиол. наук. 2003. Т. 34. № 3. — С. 68–77.
9. Радченко А. Н. Межуровневые отношения в нейронной памяти: внесинаптическая рецепция медиаторов, потенциация, спонтанная активность // Успехи физиол. наук. 2002. Т. 33. № 1. — С. 58–76.

10. *Сурнина О. Е.* Возрастная динамика субъективного отражения времени: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т, 1999.
11. *Чернышева М. П.* О специфике свойств биологического времени // Труды семинара Института исследований проблем времени при МГУ. 2005. <http://www.chronos.msu.ru>.
12. *Чернышева М. П., Ноздрачев А. Д.* Гормональный фактор пространства и времени внутренней среды организма. — СПб.: Наука, 2006. — 296 с.
13. *Costa M., Brookes S. J. H., Hennig G. W.* Anatomy and physiology of enteric nerve system // *Gut*. 2000. Vol. 47. N 1. — P. 15–19.
14. *Ward S. M.* Interstitial cells of Cajal in enteric neurotransmissions // *Gut*. 2000. Vol. 47. (Suppl. 4). — P. 40–43.