

**БАНК ВРЕМЕНИ** [англ. *Time-bank*] - широкомасштабная организация взаимопомощи населения, когда за услуги расплачиваются не деньгами, а работой, требующей столько же времени, сколько было потрачено при оказании услуги.

В настоящее время Банки времени широко распространены в разных странах и имеют разнообразные варианты реализации.

Впервые идея Банка времени в производственном варианте была осуществлена советским ученым Владленом Лифшицем в 1977 году в г. Кохтла-Ярве (Эстония). На хлебокомбинате, а затем еще на четырех предприятиях города был введен скользящий график работы, при котором часы сверхурочной работы компенсировались не деньгами, а возможностью при необходимости освобождения от работы на это время. На лицевой счет работника записывалось 85% сверхурочно отработанного времени, а 15% вносилось в общественный фонд или фонд начальника подразделения, из которого работники могли получить безвозмездную помощь. Практика показала возможность объединения общественных фондов и оперирования часами этих фондов как своеобразной валютой.

Об эксперименте В. Лифшица много писалось в газетах, но в Советском Союзе его идея не получила широкого распространения и массовой реализации. Благодаря американскому репортеру Дэвиду Шиплеру идея Банка времени стала известна в США и с 1980 г. начала практически реализовываться в социальном варианте в виде волонтерского движения оказания взаимопомощи. Организатором движения стал юрист и общественный деятель Эдгар Кан<sup>30</sup>. Но довести до сознания людей практическую целесообразность Банка времени Э. Кану удалось не сразу. Только в 1996 г., когда он создал в Вашингтоне институт Time-Dollar, идея Банка времени начала быстро распространяться по США и перениматься другими странами. В настоящее время Банки времени имеются более чем в 30 странах и объединяют свыше 400 тыс. человек.

Пожалуй, наиболее далеко идея превращения времени в разновидность денег продвинулась в американском городе Итака (штат Нью-Йорк), где была введена местная валюта «**Итакский час**» (англ. Ithaca hour), или, сокращенно, «часы». Итакские часы как банкноты были разработаны графическим дизайнером Полом Гровером в 1991 г. Купюры итакских часов печатаются в местной типографии, депонируются в местном кредитном союзе и, получив серийные номера, входят в законное обращение. Купюры защищены от подделок, они многоцветны, имеют рельефные изображения и серийные номера. Один час предоставляемых разными учреждениями, организациями и отдельными специалистами услуг нормируется в итакских часах, в результате чего они используются тысячами жителей. Их принимают к оплате медицинские центры, местные фермеры, кинотеатры, рестораны, боулинги, спортклубы, автосервисы и домовладельцы. За «часы» работают сантехники, плотники, электрики, няни, хирурги, сиделки, автослесари. На «часы» можно купить

<sup>29</sup> Статья представляет собой избранные отрывки из книги Zecharia Sitchin "When time began".

<sup>30</sup> **Эдгар Кан** (Edgar S. Cahn) (р. 1936) — известный американский юрист, адвокат по правам человека, ученый, общественный деятель и публицист, борец с бедностью и за права меньшинств в США.

продукты, дрова, подарки и тысячи прочих товаров и услуг. Местный кредитный союз принимает часы в оплату по закладным и займам. Часами платят за аренду<sup>31</sup>.

По примеру Итакских часов были созданы аналогичные системы в городах Мадисон (Madison) (штат Висконсин) и Корвалис (штат Орегон).

В 2006 г. идея Банка времени вернулась в Россию. Первый Банк времени был создан в Нижнем–Новгороде. На середину 2011 г. Банки времени имелись в 6 городах: Нижнем-Новгороде, Котове, Кирове, Санк-Петербурге, Барнауле, Северодвинске.

Лит.: **Банк Времени**// (<http://timebank.ru>)

**Банк, который хранит время** //

(<http://www.miloserdie.ru/index.php?ss=2&s=41&id=14625>)

**Лифшиц В.М.** Банк времени//Тезисы докладов Республиканского научно-практического семинара. Таллин. 1979. С. 138-140.

**Услуга за услугу**// (<http://www.birzhaplus.ru/kariera/?48274>)

**Хайек Ф.А.** Частные деньги. – М.: Институт нац. модели экономики, 1996.

**Ильгиз А. Хасанов**

**БЕРДЯЕВ Н.А.: БОЛЕЗНЬ ВРЕМЕНИ И ЕЕ ИСЦЕЛЕНИЕ.** – Н.А. Бердяев<sup>32</sup>, раскрывая соотношение и взаимосвязь объективного и субъективного в представлениях человека о времени, пишет, что «не изменения есть продукт времени, а время есть продукт изменений... Время есть результат изменения, происходящего в реальностях, в существах, в существовании. Неверно, что изменения в реальностях обусловлены временем».

Бердяев понимает, что реальная действительность, осознаваемая человеком как воспринимаемый им объективно-реальный мир, в сущности своей есть результат объективации того, что возникает в человеческом сознании при восприятии им реальной действительности. Это обуславливает двойственную природу времени. Согласно Бердяеву, «одинаково можно было бы сказать, что время субъективно и объективно. Это значит, что время есть продукт объективации, происходящей с субъектом. Время не объективно в наивно-реалистическом смысле слова, потому что объективность есть продукт объективации. Объективация принимается за реальность, данную извне. То же и с временем».

Однако Бердяев упускает из виду то обстоятельство, что вся историческая практика человечества, его успешная, основанная на научных знаниях производственно-преобразовательная деятельность свидетельствуют о том, что в «объективации», признаваемой человеком за непосредственно воспринимаемую объективно-реальную действительность, в значительной степени адекватно отражается существующий вне и независимо от сознания человека материальный мир, хотя в конечном результате этого отражения, т.е. в той научной картине мира, которую имеет человек, содержится значительная доля внесенного сознанием человека субъективного.

Анализируя представления Н.А. Бердяева о времени, необходимо учитывать, что он, будучи религиозным мыслителем, отстаивает христианский приоритет вечности над временем. Время, с его точки зрения, - это вечность, распавшаяся на прошлое, настоящее и будущее. Во времени прошлого уже нет, будущего еще нет, а настоящее распадается на

<sup>31</sup> Однако приоритет в использовании единицы времени в качестве расчетной при определении вознаграждения за труд следует отдать Советскому Союзу, где с 1930 по 1966 год в колхозах плата за труд определялась при помощи единицы трудовых затрат - «**трудодня**». Зарплата колхозникам не начислялась. Весь доход после выполнения обязательств перед государством поступал в распоряжение колхоза и делился между членами коллективного хозяйства пропорционально наработанным ими трудодням.

<sup>32</sup> **Бердяев Николай Александрович** (1874-1948) – русский религиозный философ, сторонник персонализма, развивал дуалистическую философию, представляющую собой систему независимых компонентов, опирающихся на два ряда противостоящих начал: с одной стороны, свобода, дух (Бог), ноумен, субъект, «Я», а с другой, - необходимость, мир, феномен, объект.

прошедшее и будущее и становится неуловимым. В этом, считает Бердяев, состоит «**болезнь времени**». Путь к «**исцелению времени**» он видит в интеграции прошлого, настоящего и будущего в мгновении, представляющем собой проявление вечности. Основу для такой интеграции Бердяев видит в положении Аврелия Августина о том, что нет трех времен, а есть лишь настоящее, в котором сливаются настоящее прошлого, настоящее настоящего и настоящее будущего. Интеграция этих трех настоящих, согласно Бердяеву, происходит в мгновении, но не в том мгновении, которое есть часть уходящего времени и несет в себе всю разорванность, всю мучительность времени, вечное разделение на прошлое и будущее, а лишь мгновение как приобщение к вечности»<sup>33</sup>. Прошлое и будущее – это разорванные части больного времени. Эти мысли он развивает следующим образом: «Священное находится внутри мгновения, приобщенного к вечности, а не в объективированных социальных образованиях прошлого и будущего. Будущее имеет то преимущество, что в отношении к нему раскрывается свобода, что оно может активно твориться. Это есть преодоление детерминизма, связанного с прошлым, в отношении к будущему. Но необходимо раскрыть свободу и в отношении к прошлому, т.е. возможность обращения времени. В религиозном сознании это есть проблема Воскресения. Это есть проблема «Философии общего дела» Н. Федорова<sup>33</sup>. Это есть победа над смертностью времени. “Le temp retroive” может быть лишь победой над болезнью времени, не движением к прошлому или будущему. Выздоровевшее время есть вечность. И вся творческая активность, творящая новое, должна быть направлена не на будущее, которое предполагает заботу и страх и не преодолевает окончательно детерминизма, а к вечности. Это есть движение, обратное ускорению времени. Оно отличается и от ускорения времени, связанного с техникой, и от печали и меланхолии, связанной с пассивно-эмоциональным переживанием смертности времени. Это есть победа духа».

Во времена Бердяева еще не было возможности, опираясь на представление об информационно-природной природе сознания, содержательно проанализировать явление «объективации» и аргументированно решить вопрос о соотношении субъективного и объективного в сознании человека.

**Ильгиз А. Хасанов**

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ.** - Ни в одной области материальной действительности движение - непрерывные изменения состава, структуры и состояний объектов - не имеет столь важного значения, как в живой материи. Можно с полным правом утверждать, что сущность жизни - в ее непрерывном движении. Поэтому раскрыть сущность жизни - это значит раскрыть временную структуру биологических процессов, познать законы временной организации процессов функционирования и развития живых организмов и, в конечном итоге, научиться математически описывать жизнь как особое движение материи.

Идея о том, что природа живых организмов обусловлена прежде всего спецификой временной организации протекающих в них процессов, была высказана еще в середине XIX века Карлом Эрнестом фон Бэр (1792-1876).

К. Бэр считал, что различные живые организмы живут как бы в разных временных масштабах, в силу чего те интервалы времени, которые исчезающе малы для человека, могут быть огромными, например, для насекомых. При этом он, казалось бы, не выходит за рамки господствовавших в середине позапрошлого столетия ньютоновских представлений о времени. Речь идет только о разных временных масштабах. Но при этом единицу времени К. Бэр определяет через равенство совершенной в организме физиологической работы, включая и физиологическую работу организма, связанную с восприятием окружающей

---

33 **Фёдоров Никола́й Фёдорович** (1828 или 1829 - 1903) — русский религиозный мыслитель и [философ-футуролог](#), деятель библиотековедения, педагог-новатор. Один из родоначальников [русского космизма](#). В историю философии Федоров вошел своим сочинением «Философия общего дела» (опубликованном в 1906-1913г.г.),

действительности, а в качестве меры времени рассматривает удары пульса. Он пишет: «Вообще пульс находится, кажется, в известном соотношении со скоростью ощущений и движений. У кролика биение пульса в два раза быстрее, чем у человека, а у крупного рогатого скота в два раза медленнее. Без сомнения, ощущения и движения у первого бывают быстрее, чем у последних. Итак, кролик проживает в данное время значительно более, чем крупный рогатый скот»<sup>34</sup> /Бэр, 1861, с. 16/. Таким образом, для различных живых организмов эквивалентными оказываются единицы времени разных временных масштабов. Дело происходит так, будто эти живые организмы живут в разных физических временах, текущих относительно друг друга с различной скоростью.

Во времена К. Бэра еще не было понятия "биологическое время", и он сам не только не вводит такого понятия, но даже не говорит напрямую о специфике временной организации биологических процессов. Но его рассуждения о том, что разные живые организмы могут «жить быстрее или медленнее» и даже в разных масштабах времени, а также вывод, сделанный им из сравнения временной, по сути дела, структуры жизненного процесса с музыкальной мелодией и ритмом, показывает, сколь большое значение он придавал временной организации биологических процессов.

Подобные выводы не случайны. Дело в том, что К. Бэр много времени и энергии уделил изучению и описанию эмбрионального развития животных и птиц и хорошо знал зависимость скорости этого развития от температуры и других факторов. При этом процесс развития как единый целостный поток как бы растягивается или сжимается во времени, сохраняя в целом свою внутреннюю временную структуру /Бэр, 1950/.

Впервые особую единицу измерения длительности («пластохрон») при изучении роста растений использовал немецкий ботаник Е. Аскенази<sup>35</sup>, который определил ее как период заложения одного зачатка метамера<sup>36</sup> «стеблевой единицы». В дальнейшем «пластохрон» применяли К. Торнтвейт<sup>37</sup>, Д.А. Сабинин<sup>38</sup>, Е.Ф. Марковская и Т.Г. Харьковина /Марковская, Харьковина 1997/ и др.

---

34 Эти мысли перекликаются с рассуждениями И. Канта о том, что "один и тот же промежуток времени, который для одного рода существ кажется лишь мгновением, для другого может оказаться весьма продолжительным временем, в течение которого благодаря быстроте действий происходит целый ряд изменений" /Кант, т. 1, 1963, с. 255/.

35 **Askenazy E.** *Über eine neue Methode um die Vertheilung der Wachsthumintensität in wachsenden Theilen zu bestimmen* // *Vehr. Naturh. Ver. Heidelberg*, 1880. Bd. 2, S. 70-153.

36 **Метамеры** (от греч *metá* - между, после, через и *méros* - часть, доля) – повторяющиеся части стебля растения.

37 **К. Торнтвейт** /*Thorntwaite*, 1953/ в качестве единицы времени использовал длительность интервалов между появлением соседних узлов на стебле гороха. Комментируя работу К. Торнтвейта, Р. Акофф и Ф. Эмери пишут: «Эти промежутки имели различную длительность в астрономических единицах времени, но с их помощью удавалось лучше предсказывать урожай и управлять его сбором, чем при использовании дней и часов» /Акофф, Эмери, 1974, с.248/.

38 **Д.А. Сабинин**, изучая вопрос о детерминации характерных особенностей листьев условиями освещенности, заметил, что при изменении этих условий на побегах растений образуется примерно по три листа, обладающие строением, соответствующим прежним условиям освещенности. Характеризуя это явление, автор пишет: «Трудно указать в днях или иных единицах времени промежуток, проходящий от момента окончания детерминации структуры листьев до окончания формирования данного листа. Температура, влажность, обеспеченность растения азотом и другими элементами минерального питания сильно сказываются на темпе роста и изменяют длительность этого промежутка. Но величина этого промежутка может быть с достаточным приближением выражена в единицах биологического времени» /Сабинин, 1963, с.128-129/. Д.А. Сабинин считал целесообразным в качестве такой единицы взять интервал длительности одного элементарного этапа развития побега, т.е. образования узла, листа и междоузлия, и отмечает, что при исчислении времени жизнедеятельности побега в пластохронах можно обойти трудности, связанные с действием различных внешних условий на скорость появления листьев. «Как бы ни изменялась эта величина, один пластохрон остается пластохроном, и поэтому скорость формообразовательной деятельности побега в пластохронах окажется неизменной» /Там же, с.129/.

При изучении эмбрионального развития живых организмов одним из первых особые единицы длительности предложил И.И. Шмальгаузен<sup>39</sup>. Однако использованные И.И. Шмальгаузенем единицы длительности, связанные с определенным изменением объема зародыша, оказались применимы только при изучении роста организма, а не его развития.

Некоторые исследователи в качестве единицы длительности используют ту или иную долю от полного времени эмбрионального развития. К таким единицам относится, например, «1% DT» (DT - Development Time - время развития), которая применялась при изучении развития эмбрионов осетровых рыб (Детлаф, Гинзбург, 1954), домашних птиц (Еремеев, 1957, 1959), насекомых (Striebel, 1960; Ball, 1982; Mori, 1986). В 30-х годах Х. Фрай /Fry, 1936/ при изучении длительности разных фаз преобразования ядер в яйцах морского ежа в период оплодотворения использовал в качестве единиц длительности период от осеменения до первого деления. Несколько позже Г. Кейт /Cate, 1956/, сравнивая интенсивность дыхания различных видов амфибий при разных температурах, использовал в качестве единицы времени 1/100 часть общей продолжительности периода развития от откладки оплодотворенного яйца до конца нейруляции.

И хотя единица «1% DT» применима только при изучении организмов, которые выходят из яйцевых оболочек на одной и той же стадии развития, тем не менее позволяет открыть многие закономерности эмбрионального развития исследуемых животных. Так, Г.П. Еремеев /Еремеев, 1959/, изучая зародышевое развитие разных видов птиц, время наступления этапов развития выразил в долях периода от откладки яйца до вылупления. В результате оказалось, что у таких домашних птиц, как куры, утки, гуси, индейки, а также у таких птиц, как чибис, голубь домашний, крачка черная, одни и те же этапы зародышевого развития при измерении времени указанным выше способом наступают "одновременно", тогда как в единицах астрономического времени разница в длительности отдельных этапов развития у разных птиц достигает многих суток.

Идея использования при изучении эмбрионального развития пойкилотермных животных в качестве единицы измерения времени длительности одного митотического цикла<sup>40</sup> в период синхронных делений дробления<sup>41</sup> ( $\tau_0$ ) была высказана Г.А. Детлаф совместно с братом физиком А.А. Детлафом в 1960 году /Детлаф, Детлаф, 1960/. Эта единица, как «одинаково пригодная для всех видов и независимая от температуры и темпов развития», была сразу же высоко оценена А.А. Нейфахом и даже названа им "детлафом" /Нейфах, 1961, с. 54/.

В начале 80-х годов Ю.Н. Городиловым<sup>42</sup> было предложено в качестве единицы длительности при изучении временных закономерностей развития костистых рыб использовать «отрезок времени, за который происходит приращение единичного сомита в течение метамеризации комплекса осевого зачатка зародыша от 1 до 60 сомитов» /Городилов, 1980, с. 471/. Эту единицу Ю.Н. Городилов назвал тау-сомитом, или  $\tau_s$ . Величина  $\tau_s$  в единицах физического времени определяется путем деления интервала физического времени ( $t_2 - t_1$ ) на число вычленившихся за это время сомитов ( $n_2 - n_1$ ) при постоянной

<sup>39</sup> Шмальгаузен И.И. О закономерностях роста у животных // Природа, 1928, № 9, с. 816-838.

<sup>40</sup> Митотический цикл - полный период процесса митоза (от греч. mitos - нить) - непрямого деления, представляющего собой основной способ деления эукариотных клеток, т. е. клеток, обладающих оформленным ядром.

<sup>41</sup> Период синхронных делений дробления следует сразу после оплодотворения и представляет собой «ряд чрезвычайно быстро протекающих митотических делений, в результате которых огромный объем цитоплазмы зиготы (т.е. оплодотворенного яйца. - И.Х.) разделяется на многочисленные более мелкие клетки» /Гилберт, 1993, т. 1, с. 12/. При этом митотические циклы периода синхронных делений дробления отличаются рядом характерных черт, таких, как минимальная продолжительность митотического цикла, практически одинаковая относительная продолжительность одноименных фаз митоза и др. (см.: /Детлаф, 1996, с. 138/).

<sup>42</sup> **Городилов Юрий Николаевич** (1937-2009) – эмбриолог, д.б.н., профессор Кафедры Эмбриологии Санкт-Петербургского Государственного Университета.

температуре, где  $t_1$  и  $t_2$  - начало и конец интервала,  $n_1$  и  $n_2$  - число сомитов в начале и конце интервала времени. Ю.Н. Городилов рассчитал величину  $\tau_s$  при разных температурах для озёрного лосося, ручьевой форели, щуки, окуня /Городилов, 1980, 1982, 1983 а, 1983 б, 1985, 1988, 1990/.

В бактериологии существует мнение, что «для оценки процессов роста и развития бактерий целесообразно использовать не привычное и стабильное физическое время, а варибельное время генерации / $\tau/\dots$ »<sup>43</sup> /Смирнов, 1982, с. 34/.

Несколько с иных позиций к идее особого «физиологического времени» приходит Леконт дю Нуи<sup>44</sup>. Изучая скорости заживления ран в разном возрасте, он показал, что с возрастом эта скорость падает, и если у 10-летнего ребенка раны величиной в 20 кв. см. заживают за 20 дней, то у 50-летнего человека аналогичные раны заживают за 78, а у 60-летнего - за 100 дней. Исходя из этого, Л. дю Нуи полагал, что для совершения определенного количества физиологической работы в возрасте 50 лет в среднем необходимо почти в четыре раза больше физиологического времени, чем в 10-летнем возрасте, и поэтому все происходит так, будто звездное время течет в четыре раза быстрее для человека 50 летнего возраста, чем для ребенка десяти лет. Но поскольку звездное время на самом деле не может зависеть от возраста людей, то Л. дю Нуи считал, что с возрастом меняется скорость "физиологического времени".

О "биологическом", или "органическом", времени писал Г. Бакман /Backman, 1943/, который предполагал, что это время можно задать в виде логарифмической функции  $x = C_1 * \log(t) + C_2$  обычного "физического времени"  $t$ , где  $x$  - органическое время, а  $C_1$  и  $C_2$  - некоторые константы.

Идеи Л. дю Нуи и Г. Бакмана позднее нашли применение и дальнейшее развитие в геронтологии /Чеботарев, Минц, 1978/ и биоэкологии /Мауринь, 1980; 1982; 1983; 1996/.

Наиболее впечатляющие результаты получены Т.А. Детлаф<sup>45</sup> и сотрудниками руководимой ею Лаборатории экспериментальной эмбриологии им. Д.И. Филатова Института биологии развития РАН. Объектами изучения Т.А. Детлаф и руководимой ею Лаборатории были эмбрионы пойкилотермных живых организмов.

Известно, что эмбриональное развитие пойкилотермных животных очень сильно зависит от внешних условий и прежде всего от температуры среды. Кроме того различны темпы развития эмбрионов разных видов живых организмов. Эти обстоятельства делают трудно сопоставимыми закономерности развития эмбрионов не только разных, тем более далеких друг от друга видов животных, но даже одного и того же биологического вида, если это развитие идет в различных условиях. Обычно для сопоставления темпов эмбрионального развития используют температурный коэффициент Вант-Гоффа ( $Q_{10}$ ), показывающий, во сколько раз возрастет скорость процесса при повышении температуры на  $10^{\circ}$  С. Но, как пишет Г.Г. Винберг, при попытках уточнить и конкретизировать представления о температурных зависимостях эмбрионального развития живых организмов, даже только в диапазоне наиболее оптимальных температур, «мы попадаем в область обширных, но на удивление плохо систематизированных знаний» /Винберг, 1983, с.31/. И это не удивительно: придерживаясь традиционных способов описания эмбрионального развития в общепринятых единицах измерения времени, в принципе невозможно привести к сопоставимому виду развитие эмбрионов разных видов живых организмов. Переход же к но-

<sup>43</sup> Смирнов С.Г. Проблема микробиологического времени // Физико-химические исследования патогенеза энтеробактерий в процессе культивирования. Сб. научных трудов. - Иваново, 1982, с. 34.

<sup>44</sup> Леконт дю Нуи (Lecomte du Noüy). Biological Time, London, 1936.

<sup>45</sup> Детлаф Татьяна Антоновна (1912-2006) – выдающийся российский эмбриолог, д.б.н, проф. С 1967 по 1987 г возглавляла Лабораторию экспериментальной эмбриологии Института биологии развития АН СССР. Т.А. Детлаф внесла важный вклад в развитие эмбриологии осетровых рыб, амфибий и других низших животных. Полученные ею и ее сотрудниками результаты снискали международное признание.

вым, "биологическим" единицам измерения времени открывает удивительное единство в закономерностях эмбрионального развития. Об этом убедительно свидетельствуют исследования Т.А. Детлаф и её сотрудников.

В частности, выяснилось, что при описании в "детлафах" процессов эмбрионального развития ранние его этапы отличаются очень высокой степенью консерватизма временной организации процессов<sup>46</sup>.

Приведенные в обзорной статье /Детлаф, 1989/ итоги тридцатилетних исследований эмбрионального развития различных видов пойкилотермных животных подтверждают ранее высказанное предположение о том, что использование в качестве единицы измерения времени  $\tau_0$  позволяет «выявить такие временные закономерности, которые не могли бы обнаружиться, если бы  $\tau_0$  не было биологически эквивалентной мерой времени у сравниваемых животных» /Т.А. Детлаф, А.А. Детлаф, 1982, с.36/.

Итак, на протяжении более чем ста лет в биологии идет процесс поиска и апробирования специфических единиц измерения биологического времени живых организмов. Однако значение этого процесса остается еще не понятным как биологами, исследующими перспективы развития биологии, так и профессионально занимающимися проблемами времени темпорологами. Самой главной причиной этого, на наш взгляд, является недостаточно адекватное понимание природы времени.

Дело в том, что несмотря на, казалось бы, принципиальное преодоление учеными еще на рубеже XIX – XX веков идеи абсолютного времени классической физики, подавляющее большинство еще не освободилось от квазиньютоновских представлений о времени как о некоторой единой, по крайней мере, в масштабах макромира, и единственной в своем роде равномерно текущей сущности. Основным препятствием на пути осознания таких флуктуирующих (в единицах физического времени) интервалов длительности как детлафы, тау-сомиты, пластохроны,  $1\%DT$  и др. самотождественными, конгруэнтными единицами равномерно текущего биологического времени является трудность понимания того положения, что равномерность является не абсолютным свойством длительности, а соотносительным свойством сравниваемых между собой процессов одного класса соравномерности.

Доказать, что материальные процессы делятся не на два класса процессов - равномерные и неравномерные, а на неограниченное множество классов соравномерных процессов (КСП), удалось только в конце XX столетия в результате всестороннего изучения автором настоящей работы равномерности как одного из основных свойств времени и поиска критериев равномерности и строгой периодичности, которые позволяли бы из всего многообразия материальных процессов выделить, в отсутствии каких-либо способов из-

---

46 Т.А. Детлаф пишет: «... Продолжительность одноименных фаз митотического цикла в период синхронных делений дроблений у таких далеких объектов, как морской еж, разные виды осетровых и костистых рыб и амфибий измеряются одинаковыми или почти одинаковыми долями  $\tau_0$ , т.е. у разных животных продолжается одинаковое биологическое время (и это при том, что измеренная минутами длительность фаз митоза может различаться в десятки раз). Одинаковым числом  $\tau_0$  измеряется также продолжительность периодов оплодотворения и синхронных делений дробления у зародышей костистых рыб, относящихся к разным семействам» /Детлаф, 1989, с. 653/. Однако продолжительность более поздних этапов эмбрионального развития измеряется одинаковым числом  $\tau_0$  только у близкородственных видов, хотя иногда это может проявиться и «у животных, относящихся к разным родам и даже семействам, нередко географически очень удаленным друг от друга». /Там же, с.653-654/. Установлено также, что одинаковость скорости развития сохраняется у родственных видов животных в течение разного времени. Так, у зародышей севрюги, осетра, белуги и стерляди скорость развития сохраняется одинаковой до середины периода зародышевого развития, а следующие периоды развития зародыши белуги проходят за все меньшее число  $\tau_0$ , т.е. идут с ускорением. Зародыши и предличинки осетра и севрюги развиваются с одинаковой скоростью до стадии начала жаберного дыхания, но следующий период, от начала жаберного дыхания до начала активного захвата пищи, предличинки осетра проходят за меньшее число  $\tau_0$ , чем предличинки севрюги /Там же, с.654/.

мерения времени, как предполагалось один единственный класс равномерных и строго периодических процессов, пригодных для измерения времени<sup>47</sup>. Такими критериями оказались критерии равномерности Ж.-Л. д'Аламбера и критерий строгой периодичности Р. Карнапа. Выяснилось, что эти критерии позволяют выявить неограниченное множество групп (классов) материальных процессов, которые, удовлетворяя критериям равномерности и строгой периодичности, оказываются взаимно стохастическими, если сравниваются между собой процессы из разных групп<sup>48</sup>.

При этом выяснилось, что объединение процессов в разные классы соравномерных процессов (КСП) имеют в своей основе разные причины. Так, задающий стандарт равномерности измеряемого обычными часами общеизвестного физического времени КСП состоит из физических процессов, в которых сохраняются неизменными энергетические характеристики движения. К таким процессам относятся механические движения закрытых консервативных динамических систем, т.е. систем, которые не обмениваются со средой веществом (закрытость) и энергией (консервативность), колебательные движения кристаллов, атомных и других квантовомеханических осцилляторов. Можно предположить, что классы биологических соравномерных процессов возникают в силу целостности и высокой степени интегрированности живых организмов, в которых основные, ответственные за функционирование и развитие организма биологические процессы реагируют на стохастические изменения внешних и внутренних условий как единое целое и сохраняют свою временную структуру.

Как отмечают многие исследователи, живая материя отличается крайней противоречивостью, которая проявляется в виде удивительного сочетания в ней, во-первых, «поразительной устойчивости» с «тончайшей чувствительностью к изменениям» /Уотермен, 1968, с. 12/ и, во-вторых, невероятного многообразия живых организмов с однотипностью их строения и единством исходных принципов организации и функционирования.

В силу высокой чувствительности биологических систем к изменениям, при попытках математически описать биологические процессы приходится учитывать огромное число в большинстве своем случайно изменяющихся переменных<sup>49</sup>, что вполне естественно приводит к использованию статистических и вероятностных методов описания. Зависимость биологических процессов от большого числа случайным образом изменяющихся переменных в сочетании с безграничным разнообразием форм жизни наводит некоторых исследователей на мысль о том, что в биологии, в отличие от физики, нет "абсолютных явлений"<sup>50</sup>.

Но вместе с тем, как показали открытия середины XX столетия в генетике, в биохимии и молекулярной биологии, в анатомии и физиологии клетки, живые организмы, начиная с микроорганизмов и кончая человеком, имеют в своей основе гораздо больше общего, чем можно было предполагать. Так, выяснилось, что они пользуются одним и тем же генетическим кодом для передачи наследственной информации<sup>51</sup>, всеобщими оказались

<sup>47</sup> Результаты исследования впервые были опубликованы в работе: Хасанов И.А. Феномен времени. Часть I. Объективное время. – М., 1998.

<sup>48</sup> Исследование свойства равномерности времени и полученные результаты были впервые опубликованы в монографии «Феномен времени» (Хасанов И.А. Феномен времени. Часть I. Объективное время. – М., 1998. – 230 с.), а затем рассматривались в ряде работ: Хасанов И.А. Биологическое время. – М., 1999. – 39 с.; Хасанов И.А. Время: природа, равномерность, измерение. – М.: Прогресс-Традиция, 2001. - ; Хасанов И.А. Время как объективно-субъективный феномен. Словарь. – М.: Прогресс-Традиция, 2011. - .

<sup>49</sup> «Внутренние переменные организмов вместе с существенными параметрами среды исчисляются сотнями и тысячами» /Уотермен, 1968, стр. 12/.

<sup>50</sup> Так, например, М. Дельбрюк писал, что «зрелого физика, впервые сталкивающегося с проблемами биологии, ставит в тупик то обстоятельство, что в биологии нет "абсолютных явлений". Каждое явление представляется иным в разных местах и в разное время» (Цит. по: /Майр, 1970, с.48/).

<sup>51</sup> См., например: /Уотсон, 1971, с. 267-295/.



основные реакции клеточного обмена<sup>52</sup>, а также многие внутриклеточные структуры<sup>53</sup>. Подобного рода факты приводят к выводу, что наблюдаемое многообразие форм жизни является в значительной мере внешним и что в основу фантастического многообразия организмов Природой положено поразительно мало принципов /Грин, Голдбергер, 1968, с. 15/. Выявление этих принципов и построение на их основе теоретической биологии, способной количественно описывать как отдельные биологические процессы, так и поведение биологических систем в целом, признавались как наиболее актуальные проблемы науки<sup>54</sup>. Многим исследователям казалось, что биология наконец-то приближается к построению такой теоретической дисциплины, которая по своим возможностям будет близка к теоретической физике<sup>55</sup>.

В это время благодаря развитию молекулярной биологии все более глубоко раскрывается фундаментальное значение клетки как основной структурной и функциональной единицы живых организмов и все более широкое признание получает представление о том, что решение многих общебиологических проблем может быть достигнуто лишь "на уровне клетки"<sup>56</sup>. Поэтому представлялось, что одним из важных этапов в создании теоретической биологии должно явиться построение математической модели клетки и внутриклеточных процессов.

---

<sup>52</sup> К 60-70-м годам были уже составлены метаболические карты животных, микроорганизмов и растений. В 70-е годы вышло ряд фундаментальных работ, посвященных анализу метаболических путей живых организмов. См., например: /Гилмур, 1968; Малер, Кордес, 1970; Гофман, 1971; Дэгли, Никольсон, 1973 и др./ . Образно сравнивая отдельные биохимические реакции с нотами в партитуре симфонии, Д. Гилмур писал: «...Одни и те же ноты повторяются много раз, но звучание оркестра разнообразно до бесконечности. Столь же изменчива в целом и система молекулярных превращений, которую мы называем метаболизмом» /Гилмур, 1968, с 10/.

В дальнейшем была предпринята попытка систематизировать метаболические процессы живых организмов в виде периодических сетей. См.: /Мальгин, 1976; 1984/.

<sup>53</sup> Так, например, Г. Малер и Ю. Кордес писали: «...Теперь мы знаем, что клетка состоит из множества разнообразных взаимосвязанных элементов, обладающих весьма сложной структурой и организацией. Эти элементы могут варьировать у разных организмов, в разных тканях и в разных типах клеток. Однако во всей этой сложной картине можно уловить определенный порядок: хотя в действительности и не существует такого образования, как *типичная клетка*, почти всем клеткам, по-видимому, свойственны некоторые общие черты. Можно указать некоторые общие субклеточные структуры, которые, очевидно, являются гомологичными в морфологическом, топологическом, а возможно, и в функциональном отношении во всех клетках независимо от их происхождения» /Малер, Кордес, 1970, с. 240/.

<sup>54</sup> «Под сокрушительным напором лавины новых фактов и идей, - писал Б.Л. Астауров, - возникла настоятельная потребность в переосмыслении всей гигантской совокупности накопленных биологией знаний, и задача построения теоретической биологии приобрела особую остроту». И далее, характеризуя существовавшую в конце 60-х годов постановку вопроса о построении теоретической биологии, он замечает: «Теперь, говоря о "теоретической биологии", в это выражение начинают вкладывать примерно тот же смысл, какой вкладывают, говоря о теоретической физике, разумея под задачами теоретической биологии познание самых фундаментальных и общих, но в то же время специфических свойств и законов, присущих той качественно особой форме движения материи, которую мы именуем жизнью» /Астауров, 1970, с. 5,6/. См. также: /Астауров, 1972, с. 61, 62/.

<sup>55</sup> О необходимости создания теоретической биологии писали Дж. Бернал, Б.Л. Астауров, В.А. Энгельгардт и др. Так, Дж. Бернал, отмечая, что современная биология занимается описанием и систематизацией фактов и больше похожа на географию, чем на физику, выражал уверенность, что будет создана "подлинная и общая" "истинная биология", которая по глубине основных принципов, широте охвата жизни и мощи средств и методов исследования и описания живой материи будет сравнима с современной теоретической физикой, и биология, наконец, станет «наукой о природе и активности всех организованных объектов, где бы они ни находились - на нашей планете, на других планетах солнечной системы, в иных звездных системах или других галактиках, и во все времена, будущее и прошлое» /Бернал, 1968, с. 111/.

<sup>56</sup> Без особого преувеличения можно утверждать, что в 60-70-е годы клеточная теория переживала вторую молодость и многие традиционные проблемы биологии, рассматривавшиеся до этого на уровне всего целостного организма или отдельного его органа, начали пересматриваться "с позиции клетки". Эта тенденция достаточно ярко отразилась, например, в таком капитальном труде, как монография Э. де Робертиса, В. Новинского и Ф. Саэса, /Робертис и др., 1967/.

Однако несмотря на огромные успехи ряда наук, занятых изучением клетки<sup>57</sup>, теоретическая цитология была еще весьма далека от того, чтобы описывать клетку как «... материальное выражение некоего комплекса принципов механики, обладающее уникальной молекулярной архитектурой и организацией» /Грин, Гольдбергер, 1968, с.17/. Анализ же имевшихся в то время попыток создать математическую модель клетки и внутриклеточных процессов приводил исследователей к неутешительному выводу, что «нет сколько-нибудь реальной возможности создания математической модели клетки» /Молчанов, 1967, с.308/.

При рассмотрении причин, затруднявших математическое описание биологических систем, высказывалась даже мысль о том, что «объекты, изучаемые в биологии, чрезвычайно сложны, и сколько-нибудь адекватное их описание лежит, как правило, за пределами возможностей современной математики» /Гнеденко, Фомин, Хургин, 1962, с.103/, формировавшейся на основе количественного описания объектов и процессов неживой природы, и что к адекватному математическому описанию биологических систем и процессов можно будет приблизиться лишь тогда, когда будет разработан математический аппарат, соответствующий природе живой материи<sup>58</sup>. Разумеется, успешное развитие теоретической биологии может привести к дальнейшему развитию самой математики, однако трудно согласиться с тем, что имевшийся в 60-х годах математический аппарат был недостаточно сложен (или универсален) и поэтому не пригоден для адекватного описания биологических систем и процессов. Неудачи математического описания таких биологических систем, как живая клетка, на наш взгляд, были обусловлены прежде всего неудовлетворительностью понятийного аппарата самой биологии, который в значительной мере состоял из понятий, механически перенесенных в биологию из наук о неживой природе и не отражавших специфики живой материи<sup>59</sup>. Правы были те авторы, которые, говоря о необходимости развития теории клетки и внутриклеточных процессов, прежде всего подчеркивали важность теоретического обобщения достижений современной биологии. Наиболее четко эта мысль была выражена авторами монографии «Регуляторные механизмы клетки», которые писали: «За последние два-три десятилетия биология накопила огромный фактический материал описательного характера. В то же время теоретическая биология, теоретические обобщения далеко не соответствуют возможностям, которые создаются благодаря наличию большого объема эмпирических знаний. Хотя проблемами биологии глубоко заинтересовались математики, кибернетики, физики и химики, их стремления в значительной мере сдерживаются тем, что современная теоретическая биология еще не обобщила, не систематизировала накопленный материал с определенной объединяющей позиции и не вскрыла наиболее общие черты строения всего живого, течения процессов

<sup>57</sup> Так, были выявлены и детально изучены многие составные элементы внутриклеточной структуры вплоть до молекулярного уровня, раскрыты структуры многих биохимических процессов внутриклеточного метаболизма, установлена тесная взаимосвязь между многими биохимическими и биофизическими внутриклеточными процессами, и складывалось достаточно четкое представление о том, что клетка - это целостная интегрированная система, которая «...не может функционировать, воспроизводить себя и развиваться без какого-либо из своих элементов» и в которой, «с другой стороны, ни один из элементов... не автономен полностью, а постоянно подчинен системе в целом» /Нейфах, 1967, с.3/.

<sup>58</sup> Так, например, Н.А. Бернштейн, анализируя пути применения математики для описания поведения живых организмов, делал, на наш взгляд, слишком общий и излишне категорический вывод о том, что «на путях математизации биологических наук речь должна идти не о каком-то приживлении или подсадке к биологии извне (именно такие попытки делались и, несомненно, еще будут делаться и впредь), а о выращивании новых, биологических глав математики изнутри, из самого существа тех вопросов, которые становятся перед науками о жизнедеятельности» /Бернштейн, 1965, 10, с. 78/.

<sup>59</sup> Как совершенно справедливо писал В.Б. Касинов: «В теоретической биологии... нет ничего собственно биологического, за исключением объектов - живых систем. Весь идейный, концептуальный багаж биологов-теоретиков заимствован извне, а не создан на почве самой биологии. Основой этого багажа служит физическое мировоззрение, физические представления о времени, пространстве, движении, атомах, полях и т.д.» /Касинов, 1979, с. 4/.

жизнедеятельности, не подготовила почвы для моделирования сущности жизни» /Сытник, Кордюм, Кок, 1969, с.3/.

В работах, посвященных изучению и описанию клетки и внутриклеточных связей и процессов, достаточно четко выделились два направления, одно из которых можно назвать структурно-функциональным, другое - феноменологическим.

Первое связано с детальным исследованием структуры клетки и внутриклеточных образований, конкретных физико-химических механизмов взаимодействия различных элементов внутриклеточной организации, каналов внутриклеточной коммуникации, физико-химических свойств материальных носителей информации, способов обмена информацией между отдельными элементами клеточной структуры и т.д.

Разрабатывая это уже достаточно развитое к концу 60-х годов направление исследования, обычно предполагали, что, детально изучив отдельные компоненты клетки, выяснив и исследовав конкретные физико-химические механизмы внутриклеточных связей, можно будет в дальнейшем прийти к синтезу целого в виде некоторой идеальной модели "минимальной клетки". Предполагалось, что эта модель, обладая лишь минимумом необходимого для любой клетки оснащения, будет копировать с той или иной степенью точности (в зависимости от того, что признается "необходимым оснащением") материальную структуру клетки и отдельных ее элементов и позволит, наконец, понять функционирование живой клетки как целостной системы<sup>60</sup>. Надежда понять клетку, детально изучив её структуру, не оставляет исследователей по сей день. Об этом свидетельствует программа «Математическая клетка», разрабатываемая группой учёных во главе с В.Д. Лахно<sup>61</sup>.

Признавая большую познавательную ценность структурно-функционального направления в изучении живой клетки, мы, тем не менее, считаем, что при построении математической теории клетки и внутриклеточных процессов значительно более перспективным являлось второе - феноменологическое - направление, связанное с формированием таких теорий, которые, отвлекаясь от причинного анализа внутренних механизмов, управляющих явлениями, сосредоточивают свое внимание на установлении количественных соотношений и описании внешних сторон изучаемых объектов и процессов и дают такую формулировку закономерностей в области наблюдаемых явлений, «в которой не делается попытки свести описываемые связи к лежащим в их основе общим законам природы, через которые они могли бы быть понятыми» /Гейзенберг, 1967, с.731/.

В развитии физики, отмечает В. Гейзенберг, феноменологические теории всегда играли значительную роль, причем они «развиваются всегда там, где наблюдаемые явления еще не могут быть сведены к общим законам природы. Причина этой невозможности может состоять либо в чрезвычайной сложности соответствующих явлений, которая еще не допускает такое сведение из-за математических трудностей, либо в незнании упомянутых законов» /Там же/. Еще более важная причина частого обращения в физике к феноменологическим теориям заключается в том, что материальными носителями действующих в неживой природе "сил", а также материальными субстратами эмпирически наблюдаемых явлений и процессов оказываются объекты и процессы микромира, труднодоступные для экспериментального изучения. Поэтому общие законы природы, которые лежат в основе объяснения многих явлений физического мира, нередко сами оказываются феноменологическими теориями более фундаментальных процессов и явлений неживой природы.

<sup>60</sup> Идею подобного моделирования клетки развивали, например, Д. Грин и Р. Гольдбергер, которые считали, что необходимый для любой клетки минимальный комплект оснащения должен включать: 1/ систему мембран, которые окружают клетку, разделяют ее на отсеки, управляют химическим хозяйством и несут на себе ряд важных катализаторов клетки; 2/ аппарат для получения точных копий клетки путем копирования ее основных структур; 3/ аппарат, обеспечивающий клеточные функции энергией, получаемой в результате окислительных процессов /Грин, Гольдбергер, 1968, с. 13/.

<sup>61</sup> См.: Проект «Математическая клетка»// <http://mathcell.ru/ru/about.shtml>; Математическая клетка// <http://www.jcbi.ru/prez/kletka.shtml>.

Совершенно иначе обстоит дело в биологии. Здесь "материальные механизмы" процессов жизнедеятельности живого организма оказались "слишком доступными" для непосредственного наблюдения. Более того, доступными для непосредственного экспериментального изучения оказались материальные носители не только собственно биологических, но и многих лежащих в их основе физических и химических процессов. Отсюда велик соблазн искать "механизмы" биологических процессов в области химических реакций и физических взаимодействий на уровне молекул, атомов и даже элементарных частиц, "из которых состоят биологические системы" и которые "лежат в основе биологических процессов". Поэтому сложность построения в биологии таких феноменологических теорий, которые адекватно отражали бы специфику живой материи, заключается в трудности абстрагирования от доступных непосредственному наблюдению молекулярных "механизмов" наиболее фундаментальных биологических процессов, а следовательно, и от тех физических и физико-химических теорий, которые позволяют математически описывать функционирование этих "механизмов". Ситуация усугубляется еще и тем, что господствующая в экспериментальной биологии редуccionистская установка не позволяет уделять должное внимание поискам собственно биологических, не подчиняющихся физическим и физико-химическим законам принципов организации биологических процессов<sup>62</sup>. Более того, на наш взгляд, именно редуccionистский способ мышления помешал исследователям, занятым проблемами теоретического описания биологических процессов, должным образом оценить выдающееся по своей сути эмпирическое открытие рядом биологов биологического времени.

О том, что в живых организмах существуют классы соравномерных процессов, синхронно и пропорционально ускоряющих и замедляющих свой ход под воздействием множества различных и, в том числе, случайным образом изменяющихся факторов, свидетельствуют результаты исследований Т.А. Детлаф и ее коллег. Они установили, что с изменением температуры среды длительности различных этапов эмбрионального развития пойкилотермных животных изменяются пропорционально и что эта закономерность имеет фундаментальный характер, охватывая процессы всех структурных уровней организации эмбриона. Как пишет Т.А. Детлаф, «... с изменением температуры пропорционально изменяется длительность процессов, имеющих самую разную природу и осуществляющихся на разных уровнях организации организма: внутриклеточном (молекулярном и ультраструктурном), клеточном (при делении клеток и их дифференцировке), на уровне морфогенетических движений, процессов индукции и органогенеза» /Детлаф, 1996, с. 140/. Иными словами, вся совокупность биологических процессов, из которых складывается развитие эмбриона, ведет себя как единый целостный поток, синхронно и пропорционально изменяя свою скорость в зависимости от изменений температуры среды. В этом едином потоке имеются как сравнительно медленные (например, протекающие на клеточном уровне процессы деления клеток и их дифференцировка), так и весьма быстрые, протекающие на внутриклеточном, молекулярном уровне, к которым относятся, например, ферментативные реакции внутриклеточного метаболизма. При этом достаточно очевидно, что если бы на каких-то структурных уровнях организации эмбриона нарушалась синхронность и пропорциональность изменения темпов биологических процессов, то это разрушило бы закономерное течение всего потока процессов формирования и развития живого организма. Подчеркивая это обстоятельство, Т.А. Детлаф пишет: «Не будет преувеличением, если мы скажем, что без этой способности пойкилотермные организмы вообще не могли бы существовать в меняющихся условиях внешней среды: если бы разные компоненты комплекса

<sup>62</sup> Как совершенно справедливо пишет А.У. Игамбердиев: «Парадигма современной биологической науки связана преимущественно с редуccionистским способом мышления, который наибольшее влияние оказывает на самые передовые отрасли биологии и прежде всего на молекулярную биологию. основополагающие открытия, сделанные в этой области, имея важнейшее значение для понимания механизмов биологических явлений, практически не затронули проблему биологического движения, которое рассматривается чисто механистически» /Игамбердиев, 1985, с. 471/.

процессов, из которых складывается любой этап развития, изменялись асинхронно, то это приводило бы к возникновению нарушений нормального развития, а на более поздних стадиях - к нарушению нормального функционирования организма. Не случайно, что одной из первых реакций зародышей на приближение к границам оптимальных температур является десинхронизация отдельных процессов развития»<sup>63</sup> /Там же/.

Пропорциональность изменений длительностей различных процессов эмбрионального развития пойкилотермных животных при изменениях температуры внешней среды позволяет, взяв за единицу длительность одного из этапов эмбрионального развития, выразить через нее длительности всех остальных этапов. В качестве такой единицы в лаборатории Т.А. Детлаф избрана длительность одного митотического цикла периода синхронных делений дробления ( $\tau_0$ ), получившей наименование “детлаф”. Для того, чтобы длительности разных этапов эмбрионального развития, измеряемые на практике в минутах, перевести в “детлафы”, предварительно для каждого вида исследуемых животных во всем диапазоне оптимальных температур определяются (в минутах) величины  $\tau_0$  и строятся графики зависимости  $\tau_0$  от температуры<sup>64</sup>. Непосредственно хронометрируя развитие эмбрионов в минутах, длительности этапов развития переводятся в “детлафы” простым делением полученных величин на величину  $\tau_0$ , соответствующую температуре среды, при которой идет развитие эмбриона.

Такой способ перевода минут в “детлафы” может создать ложное представление о том, что измеряемое при помощи детлафов биологическое время - это аффинно преобразованное физическое время<sup>65</sup>. В действительности же биологическое время взаимно стохастично с физическим и не может быть результатом аффинного преобразования физического времени. Но для того, чтобы выявить взаимную стохастичность биологического и физического времени, необходимо от измеряемой детлафами макроструктуры биологического времени перейти к измеряемой значительно более мелкими единицами его “тонкой структуре”. Возможность перехода от детлафов к более мелким единицам измерения длительности обеспечена тем, что синхронность и пропорциональность изменений длительностей биологических процессов представляют собой фундаментальное свойство живой материи и охватывают процессы всех уровней ее организации. Поэтому если в некотором интервале длительности содержится  $P_1$  периодов биологических процессов одного уровня и  $P_2$  периодов другого уровня, то отношение  $P_1 / P_2$  будет оставаться константой при любых (допустимых) изменениях температуры. Обозначив величину этого отношения через  $C$ , мы имеем:  $P_1 = C * P_2$ . Таким образом, если в некотором интервале укладывается одна крупная единица, то в этом интервале уложится  $C$  мелких единиц. Иными словами, константа  $C$  представляет собой масштабный коэффициент при переходе от еди-

<sup>63</sup> Объектами исследований Т.А. Детлаф и ее коллег являются только пойкилотермные животные. Но если учесть, что историческими предками современных гомойотермных (теплокровных) животных были пойкилотермные живые организмы и что ко времени возникновения гомойотермных животных характерные для пойкилотермных животных механизмы регулирования скорости биологических процессов и темпов развития при изменениях температурных и других характеристик внешней среды уже были зафиксированы в генетическом аппарате и передавались по наследству, то можно будет предположить, что биологические процессы и у теплокровных животных внутренне структурированы так же, как и у пойкилотермных животных. Отличие, видимо, заключается в том, что у гомойотермных животных весьма сужены границы оптимальных температур, в пределах которых выполняется закон пропорциональности изменений темпов биологических процессов при изменениях температуры организма.

<sup>64</sup> См. графики зависимости “детлаф” от температуры среды для разных пойкилотермных живых организмов в работах: /Детлаф и др., 1993; Давыдов и др., 1989; Детлаф, 1986; Мазин и др., 1985; Игнатъева, 1979; Костомарова и др., 1968/.

<sup>65</sup> Предположение о том, что измеряемое “детлафами” биологическое время есть результат аффинного преобразования физического времени, было высказано Л.Н. Любинской /Детлаф, Любинская, 1987/

ниц биологического времени более высокого “макроскопического”) уровня к единицам более низкого (“микроскопического”) уровня.

При переходе от одного масштаба биологического времени к другому мы увидим, что если на уровне медленных, измеряемых “детлафами” процессов температуру среды можно рассматривать как изменяющуюся медленно и плавно, а на протяжении отдельных этапов эмбрионального развития считать и вовсе постоянной, то на уровне быстрых внутриклеточных процессов мы не можем игнорировать быстрые стохастические колебания температуры. Поэтому определяемые быстрыми внутриклеточными процессами мелкие единицы биологического времени обретают характер стохастической переменной величины по отношению к равномерному физическому времени. Иными словами, в своей “тонкой структуре” биологическое время оказывается взаимно стохастичным с физическим временем, а следовательно, при достаточно точном измерении оно стохастично с физическим временем и на более высоких уровнях. Но если коэффициент  $S$  достаточно велик и, следовательно, крупные единицы биологического времени состоят из большого числа мелких единиц, то случайные колебания последних, усредняясь, весьма слабо скажутся на величинах крупных единиц.

Взаимная стохастичность биологического и физического времени на уровне их “тонкой структуры” говорит о том, что при хронометрировании протекающих в живом организме материальных процессов в единицах биологического времени единицы физического времени становятся последовательностью случайных величин. Но справедливо и обратное: если хронометрировать биологические процессы в единицах физического времени, то все процессы, которые в биологическом времени подчиняются динамическим законам, предстанут как стохастические процессы<sup>66</sup>.

---

66 На неудовлетворительность аппроксимации живых организмов статистическими моделями обращают внимание многие исследователи. Так, например, В.А. Карасев, В.Е. Стефанов и Б.И. Курганов пишут, что такие модели «охватывают лишь часть функций системы (к тому же при заданных внешних условиях) и поэтому не могут использоваться для доказательства адекватности статистического подхода» /Карасев и др., 1989, с.12/. Э. Шредингер считал, что тенденция неживой материи переходить к неупорядоченности связана со статистическим характером физических законов, тогда как живая материя подчиняется динамическому типу физического закона /Шредингер, 1972/. На ограниченность статистического описания протекающих в живых организмах процессов указывали и другие авторы.

Отвечая на вопрос о том, что обеспечивает неподчинение живых систем статистическим законам физики, В.А. Карасев, В.Е. Стефанов и Б.И. Курганов пишут, что «законы статистики действуют только в системах, содержащих мириады частиц», тогда как живые системы обладают высоким уровнем организации, в которой «"микрокомпарментализация", т.е. локализация процессов в малом объеме, где действует малое число частиц, по сравнению с тем, которое необходимо для статистического описания» /Там же, с.13/, определяет способность поддерживать упорядоченность и избегать равновесия.

Можно вполне согласиться с выводом авторов о том, что «микрокомпарментализация является необходимым условием организации жизни» /Там же, с.13/, однако вовсе не по тем причинам, на которые они при этом указывают. Различие между динамическими и статистическими системами обусловливается не количеством частиц в них, а характером протекающих процессов. Статистические законы характеризуют вероятностные, стохастические системы. Недостаточное для проявления закона больших чисел количество частиц ведет, в общем случае, не к подчинению систем динамическим законам, а просто к невозможности установить статистические законы. Система же при этом как была статистической, т.е. подчиняющейся статистическим законам, так таковой и остается. Микрокомпарментализация процессов в живых клетках важна тем, что она обеспечивает условия, благоприятные для синхронизации протекающих в этих малых объемах ферментативных процессов.

Серьезным аргументом в пользу подчинения протекающих в живых организмах процессов динамическим законам является апелляция авторов к представлениям о живом организме как о высокоорганизованном кристаллоподобном теле /Карасев и др., с.13/. При этом они исходят из положения Э. Шредингера о том, что система может подчиняться динамическому закону, если она состоит из твердых тел, форма которых удерживается химическими связями между ее атомами. Авторы отмечают, что Э. Шредингер обосновывал подчинение живых систем динамическому закону тем, что в основе организма находится твердое тело - ген, который он называл "аперидическим кристаллом". Современные же исследования приводят многих ученых к выводу о том, что подобным "аперидическим кристаллом" является весь сложный живой многоклеточный организм, или, как пишут В.А. Карасев, В.Е. Стефанов и Б.И. Курганов: «...весь организм являет-

Вполне естественно предположить, что при таком характере взаимосвязи биологического и физического времени биологические процессы в живом организме начинаются только с определенного уровня организации его материального субстрата и, соответственно, на этом уровне возникает биологическое время. Имеются определенные основания считать, что таким фундаментальным уровнем структурной организации живой материи и протекающих в ней биологических процессов является уровень ферментативных реакций внутриклеточного метаболизма.

Приступая к обсуждению этого вопроса, следует прежде всего отметить, что по временной структуре внутриклеточных процессов ферментативные реакции метаболизма относятся к наиболее быстрым процессам. На это обстоятельство обратил свое внимание в 60-х годах Б. Гудвин в весьма интересной, с точки зрения обсуждаемой нами проблемы, книге «Временная организация клетки» /Гудвин, 1966/.

Опираясь на разработанную в современной физике идею разделения нестационарных процессов на качественно различные ступени, относящиеся в соответствии с их временами релаксации к разным масштабам времени<sup>67</sup>, Б. Гудвин, вслед за Уоддингтоном, делит внутриклеточные процессы на следующие три группы: 1/ Быстрые биохимические процессы, включающие транспорт и химические превращения "малых" молекул ("метаболическая система"); 2/ обладающие средними скоростями процессы биосинтеза, диффузии и взаимодействия макромолекул ("эпигенетическая система") и 3/ совокупность медленных генетических изменений биологических систем ("генетическая система").

В своей работе Б. Гудвин отвлекается как от слишком медленных генетических изменений параметров клетки, так и от слишком быстрых процессов метаболической системы и ставит перед собой задачу смоделировать процессы, относящиеся к эпигенетической системе клетки. Исходя из того факта, что времена релаксации процессов метаболической и эпигенетической систем клетки лежат соответственно в пределах  $10^{-1} - 10^{-2}$  и  $10^2 - 10^4$  сек., автор полагает, что частоты колебательных явлений метаболической системы достаточно велики и поэтому лежат вне временного диапазона процессов эпигенетической системы и что при описании последних можно использовать допущение о стационарности метаболической системы. При этом оказалось, что если полностью отвлечься от подверженных случайным колебаниям процессов метаболической системы, то имеющие колебательный характер процессы эпигенетической системы можно описать как совокупность подчиняющихся не статистическим, а динамическим законам биохимических осцилляторов.

Однако процессы эпигенетической системы невозможно рассматривать как абсолютно не зависящие от биохимических реакций метаболической системы и поэтому их приходится рассматривать "погруженными" в "шумящее", т.е. подверженное случайным колебаниям, "биохимическое пространство" метаболической системы клетки. Но поскольку это "пространство" не определено однозначно, то, как пишет автор, «траектории детерминированных осцилляторов ("эпигенетической системы". - И.Х) перестают быть строго

---

ся высокоупорядоченным кристаллоподобным телом, все атомы которого связаны в единую механическую систему» /Карасев и др., с.13/.

<sup>67</sup> Значение данной идеи заключается в том, что при составлении уравнений, описывающих в определенном масштабе времени состояние материальной системы, переменные, зависящие от слишком быстрых процессов, при некоторых условиях можно усреднять и рассматривать либо как постоянные, либо как весьма медленно изменяющиеся параметры. Равным образом и переменные, зависящие от достаточно медленных процессов, войдут в уравнения как постоянные параметры. При этом оказывается, что процессы, обладающие разными временами релаксации и относящиеся к разным масштабам времени, требуют и различного описания. Эта идея была использована Н.Н. Боголюбовым при построении теории неравновесных процессов в газах (См.: /Боголюбов, 1946/). Подробный анализ идеи Н.Н. Боголюбова можно найти в статье Г.Е. Уленбек /Уленбек, 1965/.

Применительно к биологическим системам идея разделения процессов в соответствии с их временами релаксации выдвинута Уоддингтоном (См.: /Waddington, 1957/).

детерминированными. Поэтому приходится говорить только об усредненных траекториях, и все динамические свойства управляющих систем (клетки. - И.Х.) должны описываться с вероятностных позиций» /Гудвин, 1966, с.100-101/.

Таким образом, в результате воздействия на осцилляторы эпигенетической системы случайных колебаний процессов метаболической системы эпигенетическая система оказывается набором стохастических осцилляторов, а поскольку входящие в эпигенетическую систему процессы биосинтеза, диффузии и взаимодействия макромолекул лежат в основе регуляторных механизмов клетки, то и вся клетка предстает как совокупность почти не связанных между собой и подчиняющихся вероятностным законам биохимических осцилляторов. Однако подобное уподобление клетки газу не отражает природы живой материи, и мы вполне согласны с А.М. Молчановым, который, отмечая, что при математическом описании клетки пока приходится выбирать между двумя крайними подходами, из которых один уподобляет клетку механизму, другой - газу, писал: «При всей грубости и жесткости первого подхода он неизмеримо ближе к истине, чем второй, так как исходит из главного - высокой степени эволюционной зрелости такого замечательного и сложно организованного биологического объекта, как клетка» /Молчанов, 1967, с.308/.

Одной из наиболее важных причин неудачи Б. Гудвина в моделировании временной структуры внутриклеточных процессов, на наш взгляд, явилось игнорирование им быстрых биохимических реакций внутриклеточного метаболизма. Он полагал, что при математическом описании клетки можно усреднять параметры, зависящие от наиболее быстрых метаболических процессов, и в основу математической модели клетки можно положить уравнения, описывающие сравнительно медленные процессы эпигенетической системы. Подобный путь к описанию клетки представляет собой своего рода "макроскопический" (во временном отношении) подход к биологическим процессам. При этом он исходил из предположения, что «...для адекватного описания феноменологических свойств макроскопической системы вовсе не обязательно использовать микроскопический подход» /Гудвин, 1966, с.101/. Однако он упустил из виду, что при макроскопическом подходе к описанию материальных систем и процессов легко могут ускользнуть из поля зрения нарушающие какую-либо важную симметрию мира и тем самым качественно изменяющие реальную действительность бесконечно малые (с точки зрения макроскопического уровня) возмущения описываемой системы<sup>68</sup>.

Именно с такого рода ситуацией мы и сталкиваемся при попытках усреднять параметры метаболической системы клетки и описывать протекающие в клетке процессы в единицах физического времени. При этом нарушается самоконгруэнтность единиц биологического времени и стохастичность единиц физического времени относительно биологического оборачивается стохастичностью биологических процессов относительно физического времени.

О недопустимости отношения к метаболическим процессам как к некоторому "биохимическому фону", на котором разыгрываются сравнительно медленные "собственно биологические" процессы эпигенетической системы, говорят и многочисленные факты, свидетельствующие о том, что относящиеся к метаболической системе клетки ферментативные реакции внутриклеточного обмена веществ составляют содержание, "живую ткань" собственно биологических процессов.

В пользу предположения о том, что наиболее фундаментальные единицы биологического времени следует искать среди периодов циклических метаболических процессов клетки, можно привести и следующий аргумент.

Рассмотренные нами работы биологов, использующих специфические единицы измерения длительности, и в особенности работы Т.А. Детлаф и ее коллег, на наш взгляд, убедительно доказывают, что биологические процессы живых организмов объективно

---

<sup>68</sup> В этой связи следует напомнить, что нарушающие симметрию мира бесконечно малые возмущения играют важную роль в теории необратимых процессов (См.: /Зубарев, 1970/).



структурированы в особом биологическом времени. Но тогда логично предположить, что временные характеристики генетической информации также должны быть закодированы в единицах биологического времени. Для того чтобы это могло быть выполнено, во-первых, должны существовать естественные единицы ("кванты") времени и, во-вторых, они должны быть связаны с такими процессами, которые позволяют вести непрерывный их счет с момента оплодотворения яйцеклетки и до гибели живого организма. Такими "сквозными" для всех этапов развития организма биологическими процессами, видимо, являются лишь ферментативные реакции внутриклеточного метаболизма.

Центральными двигателями метаболического процесса, своеобразными "машинами метаболизма" являются молекулы фермента, представляющие собой гигантские макромолекулы, имеющие весьма сложную структуру.

На протяжении длительного времени предполагалось, что конформационные изменения макромолекул белка представляют собой результат каких-либо определенных воздействий на фермент извне (например, слабого нагревания, взаимодействия с теми или иными метаболитами, ионами металлов и т.д. (См., например: /Кретович, 1967/). Но открытые в конце 50-х годов С.Э. Шнолем /Шноль, 1958/ и затем подробно изученные им и его сотрудниками самопроизвольные циклические изменения многих показателей растворов актина, миозина и актомиозина свидетельствуют о том, что белковая молекула по самой своей природе является динамичной, постоянно и самопроизвольно изменяющей свою пространственную структуру системой<sup>69</sup>. В дальнейшем на основе значительных серий опытов с большим числом различных препаратов было показано, что самопроизвольные конформационные колебания являются свойством всех белков /Шноль и др., 1980/.

Для объяснения механизмов ферментативного катализа большой интерес представляют, на наш взгляд, высказываемые некоторыми авторами мысли о том, что молекула фермента участвует в катализируемой ею реакции «не только как штатив, закрепляющий детали механизма, но и как двигатель в этом механизме»<sup>70</sup> /Шноль, 1967, с. 27/.

Мнение о том, что молекула фермента представляет собой своего рода "энергетическую машину" /Робертис и др., 1967, с.59/, которая при наличии некоторого источника энергии способна совершать определенную работу по перестройке химической структуры молекул субстрата катализируемой ею реакции, по нашему мнению, более адекватно отражает природу биологических катализаторов, чем отождествление их с обычными химическими катализаторами.

В настоящее время можно считать доказанным, что каждый элементарный акт ферментативного катализа представляет собой многоступенчатый циклический процесс, в ходе которого молекула фермента соединяется с молекулой (или молекулами) субстрата и образуется так называемый фермент-субстратный комплекс, который, претерпев ряд последовательных изменений, распадается на свободный фермент и конечный продукт (или продукты) реакции<sup>71</sup>, и может начаться новый цикл каталитического процесса.

Поскольку при этом предполагается, что в макроскопическом объеме реагирующей среды единичные акты ферментативного катализа распределены в пространстве и во времени случайным образом, то усреднение во времени протекающих в реагирующей среде химических превращений позволяет отдельные стадии ферментативного катализа рассматривать как самостоятельные химические реакции, связанные между собой через участвующие в каталитическом процессе реагенты и промежуточные соединения.

<sup>69</sup> Подробную библиографию работ по рассматриваемой проблеме см.: /Удальцова, Коломбет, Шноль, 1987/.

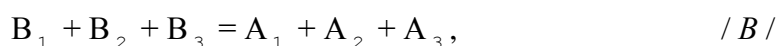
<sup>70</sup> С.Э. Шноль отмечает, что представление о существенной энергетической роли макромолекул в ферментативном катализе далеко не новы, и анализирует соответствующие взгляды Э. Бауэра, Мелвин-Хьюза, Кобозева и др. авторов /Шноль, 1967, с. 27-30/.

<sup>71</sup> В настоящее время имеются полученные при помощи лазерной техники прямые доказательства того, что в ходе каталитической деятельности молекулы фермента претерпевают циклический ряд конформационных изменений.

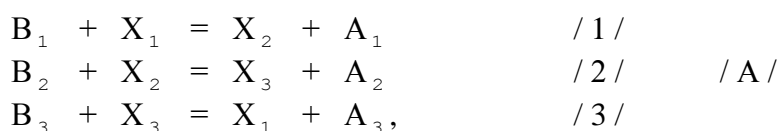
В основе теории химических реакций лежит введенное Эйрингом<sup>72</sup> /Eyring, 1935/ представление о том, что, прежде чем претерпеть химическое изменение, молекулы субстрата проходят через переходное, так называемое, активированное состояние с максимальной энергией. Поскольку время жизни субстратов и продуктов реакции много больше времени существования активированного комплекса, то каждый элементарный акт химической реакции рассматривается как мгновенное событие. При этом предполагается, что в макроскопических объемах реагирующей среды, где совершается большое число элементарных химических превращений, происходит усреднение во времени мгновенных "скачков", и химическая реакция может рассматриваться как непрерывный процесс.

Аналогичные представления о непрерывности протекающих в макроскопических объемах реагирующей среды химических превращений используются и в теории ферментативного катализа. Однако еще в начале 60-х годов XX столетия серьезные возражения против подобных представлений высказал Христиансен<sup>73</sup>.

Предположим, пишет Христиансен, реакция



имеющая положительное направление слева направо, катализируется ферментом в три степени



где  $X_1, X_2, X_3$  - три различные формы фермента или фермент-субстратного комплекса.

Формула /A/ означает, что реакция /B/ заставляет фермент пройти циклические изменения в порядке 1231, что должно наблюдаться как появление и исчезновение одного из продуктов или субстратов.

Предположим далее, что мы наблюдаем реакцию в момент, когда  $X_1$  превращается в  $X_2$ , что, согласно рассмотренным выше представлениям, является скачкообразным, пока мы рассматриваем только одну молекулу фермента. Иными словами, в силу малости времени переходов через обозначенные знаком равенства активированные состояния участвующих в реакции молекул, мы можем считать, что молекула фермента в каждый определенный момент времени может находиться только в одном из трех возможных состояний  $X_1, X_2$  и  $X_3$ .

Переходя к рассмотрению случая, когда в элементе объема содержится большое число молекул фермента, Христиансен пишет: «Можем ли мы предполагать, что различные молекулы находятся одновременно в одном и том же состоянии? Или, выражаясь иными словами, является ли мгновенное распределение ферментов по различным состояниям одинаковым по всей реагирующей среде?»

Согласно термодинамике, ясно, что ответ на поставленный вопрос должен быть утвердительным, поскольку мы знаем, что для того, чтобы перевести всю систему из состояния, в котором распределение по всей системе одинаково, в состояние с разным распределением, требуется затрата работы. Поэтому первое состояние более вероятно, чем второе, и, как обычно в статистической термодинамике, настолько, что практически оно

<sup>72</sup> **Эйринг** (Eyring) **Генри** (1901—1981), американский физикохимик. Основные труды по квантовой химии и химической кинетике. Один из создателей теории абсолютных скоростей реакций. Ввёл (1935) в химию термин «активированный комплекс».

<sup>73</sup> **Christiansen J.A.** On Observable Discontinuities and Coherence in the Kinetics of Enzymically Reacting Systems // Acta Chem. Scand. 14, (1960), No 1, pp 107-110.

одно и возможно. Мы можем поэтому считать, что циклические трансформации отдельных молекул фермента должны всегда происходить в фазе или что система должна быть когерентна в отношении превращений фермента» /Там же, с.108/.

К выводам, аналогичным тем, к которым пришел Христиансен, можно прийти и в том случае, если качественно проанализировать совокупность физических и физико-химических процессов, составляющих ферментативный каталитический цикл.

Представим себе, что в некотором ограниченном объеме внутриклеточной среды, состоящей в основном из молекул воды и растворенных в ней, как правило, небольших молекул реагентов (субстратов и продуктов), а также некоторых других веществ, протекает катализируемая молекулами фермента биохимическая реакция.

В этой среде резко выделяются гигантские макромолекулы фермента, состоящие из многих сотен атомов и имеющие сложную пространственную структуру. Они представляют собой осцилляторы, в которых колебания происходят как на уровне элементарных частиц и атомных ядер, так и на уровне достаточно крупных групп атомов. Среди огромного числа колебательных систем всегда найдутся осцилляторы, способные воспринять кинетическую энергию соударяющихся с макромолекулой фермента молекул среды, молекулярные веса которых, как правило, сравнимы с молекулярными весами внутримолекулярных осцилляторов. Если при этом учесть, что момент инерции центра массы макромолекулы велик и что соударения молекул среды с молекулой фермента распределены по поверхности последней случайным образом, то можно сделать вывод, что воспринимаемая макромолекулой внутренняя (молекулярно-кинетическая) энергия окружающей среды будет в основном идти на возбуждение ее колебательных систем, а не на возбуждение броуновского движения ее центра масс.

Поскольку между колебательными системами макромолекулы существуют различного типа связи, то воспринятая теми или иными осцилляторами внутренняя энергия окружающей среды будет передаваться вдоль некоторых связей другим осцилляторам, и в молекуле фермента возникнут потоки колебательной энергии. В силу того, что связи, вдоль которых может передаваться колебательная энергия, должны удовлетворять определенным условиям /Мандельштам, 1955/, то при каждой конформации в макромолекуле будут существовать вполне определенные пути миграции колебательной энергии. Миграция колебательной энергии может быть причиной конформационных изменений макромолекулы, поскольку при некоторых распределениях энергии в ней могут временно разрываться (или, по крайней мере, ослабляться) те или иные внутримолекулярные связи, что может нарушать устойчивость конформации, а при некоторых дополнительных условиях, например, при достижении суммарной колебательной энергии определенных критических значений, и к переходу макромолекулы в иную конформацию.

Если учесть, что в общем случае внутримолекулярные связи ограничивают число колебательных степеней свободы внутримолекулярных осцилляторов, то разные конформации макромолекулы фермента, обладая, как правило, разным числом внутримолекулярных связей, характеризуются и разным числом колебательных степеней свободы, а следовательно, разной степенью энергетической емкости. Однако переход от конформации с меньшим числом внутримолекулярных связей к конформации с большим их числом должен сопровождаться уменьшением накопленной в макромолекуле колебательной и конформационной энергии, поэтому такой переход требует для погашения "избыточной" энергии каких-то "точек приложения". Подобной "точкой приложения" может служить перестраиваемая при ферментативной реакции химическая структура молекулы (или молекул) субстрата катализируемой ферментом реакции.

В силу большой частоты соударений молекул среды с макромолекулой фермента, мы можем считать, что преобразуемая в колебательную энергию внутримолекулярных осцилляторов внутренняя энергия окружающей среды "втекает" в макромолекулу в виде непрерывного потока. Но поскольку тепловое движение молекул среды подвержено флуктуациям, то интенсивность потока энергии будет также флуктуирующей величиной. По-

этому длительность пребывания макромолекулы фермента в состоянии устойчивой конформации будет случайной величиной.

Рассматривая среду, в которой протекает катализируемая растворенными в ней молекулами фермента биохимическая реакция, С.Э. Шноль пишет: «Представим себе... большое число... макромолекул фермента в растворе, содержащем соответствующий субстрат. По существу речь здесь идет о множестве генераторов механических колебаний, распределенных в среде, в которой они совершают циклические изменения конформации. Поскольку эти генераторы полностью идентичны, обязательно должно происходить их взаимодействие, приводящее к образованию упорядоченных в пространстве синхронно колеблющихся ассоциаций ферментных макромолекул. В результате в растворе должны образоваться структуры типа жидких кристаллов, отличающихся от обычных своей эфемерностью - они представляют собой ансамбли лишь работающих макромолекул фермента» /Шноль, 1979, с. 74/.

С.Э. Шноль рассматривает здесь ферментативный процесс в динамике, а мы для выяснения некоторых особенностей этого процесса остановим его и рассмотрим поэтапно.

Представим себе, что макромолекулы фермента, находящиеся в одной из своих устойчивых конформаций, образуют описанную выше кристаллическую структуру. Поскольку каждая молекула фермента состоит из огромного числа в общем случае электрически заряженных и совершающих колебательные движения групп атомов, то вокруг каждой ферментной молекулы должны существовать сложные электростатические и электромагнитные поля. А если учесть, что молекулы воды представляют собой диполи<sup>74</sup>, определенным образом ориентирующиеся в электростатических полях, возникающих вокруг и между макромолекулами фермента, то можно предположить, что на тех этапах каталитического цикла, когда молекулы фермента находятся в своих устойчивых конформациях, жидкокристаллическую структуру обретает и окружающая молекулы фермента водная среда. В такой среде будут существенно нарушены многие действующие в обычной жидкости гидродинамические законы, в частности, предельно снижена скорость диффузии веществ.

Однако картина резко меняется в моменты скачкообразных переходов макромолекул от одной конформации к другой, поскольку при этом резко перестраивается структура электростатических и электромагнитных полей, а часть освобождаемой конформационной энергии рассеивается в окружающую среду, разрушая ее кристаллическую структуру и усиливая тепловое движение молекул среды. Эти короткие "мгновения" конформационных переходов предельно малы по сравнению с длительностью периодов существования устойчивых конформаций. Тем не менее они имеют определенную временную длительность, на протяжении которой восстанавливается "нормальное" действие гидродинамических законов, а скорость диффузии различных веществ в результате интенсивного перемешивания среды значительно возрастает. Но как только макромолекула фермента примет новую устойчивую конформацию и стабилизируются окружающие ее физические поля, реагирующая среда примет новую кристаллическую структуру и снова обретет жидкокристаллические свойства.

Таким образом, имеются определенные основания предположить когерентность каталитических циклов молекул фермента, катализирующих в клетке данную биохимическую реакцию<sup>75</sup>.

<sup>74</sup> Как известно, атомы водорода в молекуле воды смещены в одну сторону, и угол между прямыми, соединяющими центры их ядер с центром ядра кислорода, составляет  $120^\circ$ .

<sup>75</sup> В настоящее время синхронизация колебательных процессов рассматривается как одна из наиболее распространенных «форм самоорганизации материи» /Блехман, 1981, с. 7/ и представляет собой «свойство материальных объектов самой различной природы вырабатывать единый ритм совместного существования, несмотря на различие индивидуальных ритмов и на подчас крайне слабые взаимные связи» /Там же/.

Обобщая открытые за последние десятилетия многочисленные формы проявления когерентных излучений и состояний вещества, Л.Н. Шелепин пишет, что явление когерентности далеко выходит за рамки одного или

Рассмотрим теперь более подробно временную структуру каталитических циклов.

Обозначим длительность  $i$ -го каталитического цикла через  $\Delta t_i$ , длительность существования  $k$ -ой устойчивой конформации  $i$ -го каталитического цикла - через  $\Delta t_{i,k}$ , длительность перехода от  $j$ -ой устойчивой конформации к  $j + 1$ -ой конформации  $i$ -го каталитического цикла - через  $dt_{i,j}$ . При этом будем считать, что первой устойчивой конформацией участвующего в каталитическом процессе фермента является свободный фермент, а последним ( $n$ -ым) конформационным переходом - переход, при котором выделяется свободный фермент и таким образом начинается новый каталитический цикл.

При таких обозначениях полную длительность  $i$ -го каталитического цикла можно представить как сумму

$$\begin{aligned} \Delta t_i &= \Delta t_{i,1} + dt_{i,1} + \Delta t_{i,2} + dt_{i,2} + \dots + \Delta t_{i,j} + dt_{i,j} + \dots + \Delta t_{i,k} + dt_{i,k} = \\ &= (\Delta t_{i,1} + \dots + \Delta t_{i,k}) + (dt_{i,1} + \dots + dt_{i,k}) = \sum_{j=1}^k \Delta t_{i,j} + \sum_{j=1}^k dt_{i,j} \end{aligned}$$

Поскольку второй член много меньше первого и с большой степенью точности во всех каталитических циклах сохраняется постоянным, то полный период каталитического цикла будет зависеть в основном от длительностей существования устойчивых конформаций фермента и фермент-субстратного комплекса, т.е. от величины первого члена этой суммы. Но как мы отметили выше, длительность существования устойчивой конформации фермента зависит от постоянно флуктуирующей интенсивности "втекающего" в макромолекулу фермента потока тепловой энергии окружающей среды. Поэтому длительности существования фермента в данной устойчивой конформации в разных каталитических циклах, т.е.  $\Delta t_{i,j}$  при переменном  $i$  и постоянном индексе  $j$ , будут случайными величинами. Следовательно, случайными будут и полные периоды последовательных серий каталитических циклов, т.е.  $\Delta t_i$ .

Однако каждый каталитический цикл данной ферментативной реакции, независимо от выраженной в единицах физического времени длительности цикла, вносит в реагирующую среду вполне определенные изменения, которые для серии следующих друг за другом каталитических циклов будут оставаться неизменными.

Действительно, каждая участвующая в каталитическом процессе молекула фермента за один каталитический цикл расходует определенное количество молекул субстрата, производит определенное количество молекул продукта катализируемой реакции, а также расходует или выделяет (в зависимости от энергетических характеристик реакции) определенное количество энергии. При этом каталитические циклы состоят из одинаковых последовательностей конформационных переходов ферментных молекул, в ходе которых реагирующая среда претерпевает вполне определенную последовательность как циклических, так и однонаправленных необратимых изменений. Так, на протяжении каждого каталитического цикла в определенной последовательности появляются и исчезают различные конформации фермента и фермент-субстратного комплекса; резко меняются свойства реагирующей среды в периоды скачкообразных переходов макромолекул фермента от одной устойчивой конформации к другой; причем независимо от того, идет ли реакция в целом с поглощением или выделением энергии, при конформационных переходах некоторая часть энергии молекулы фермента рассеивается в реагирующую среду и расходуется на разрушение ее кристаллической структуры. И, наконец, резкие изменения пространственной конфигурации макромолекулы должно вести к резким скачкам амплитуд электромагнитных излучений его электрически заряженных осцилляторов.

---

нескольких разделов физики и носит общий, глобальный характер. Автор высказывает мнение, что понятие когерентности начинает приобретать фундаментальный общенаучный характер и по своему статусу приближается к философским категориям /Шелепин, 1980, с. 449, 450-451/. См. также: /Акчурин, 1985/.

Общая длительность каталитического цикла зависит в основном от продолжительности существования стабильных конформаций (т.е. от величин  $\Delta t_{i,j}$ ), когда реагирующая среда находится в жидкокристаллическом состоянии и все ее изменения сведены до минимума. Изменения реагирующей среды возникают в моменты конформационных переходов макромолекул фермента, т.е. на протяжении интервалов  $dt_{i,j}$ , величины которых зависят только от физических и физико-химических характеристик смежных конформаций, в силу чего отличаются высокой степенью постоянства. Поэтому реагирующая среда на протяжении каждого каталитического цикла претерпевает “дозированные” изменения, определяемые диффузией различных веществ, результатами самой реакции, а также других процессов, протекающих на протяжении последовательных интервалов  $dt_{i,j}$  в жидкой фазе реагирующей среды. Таким образом, случайные колебания величин  $\Delta t_{i,j}$  не влияют на биологически значимые результаты каталитического цикла: для количественной характеристики биологически значимых результатов ферментативного процесса важно количество циклов, а не измеренные в единицах физического времени их длительности.

Что касается количества участвующих в реагирующей среде макромолекул фермента, то оно не подвержено случайным колебаниям, а целенаправленно регулируется при помощи различных модификаторов (активаторов и ингибиторов) и поэтому может быть представлено как функция некоторых параметров.

На основе изложенного можно предположить, что биологически значимая длительность бытия живой клетки определяется не количеством единиц физического времени, а количеством каталитических циклов каких-то ведущих ферментативных реакций внутриклеточного метаболизма или, возможно, более сложных многоступенчатых циклических ферментативных процессов (типа цикла Кребса).

Следует особо заметить, что в интервалах длительности, меньших, чем полные периоды каталитических циклов, в реагирующей среде еще нет биологических процессов, а протекают физические и физико-химические процессы, которые, благодаря специфической организации реагирующей среды и специфическим свойствам молекул фермента, на протяжении каталитического цикла интегрируются в элементарные акты биохимической реакции и связанных с ними биофизических и физиологических процессов. Вместе с тем было бы ошибочным предполагать, что математически развитую теорию элементарных актов биологических процессов можно будет построить на основе физических и физико-химических теорий тех процессов, из которых состоит каталитический цикл ферментативной реакции, поскольку для этого, во-первых, пришлось бы объединять в единую синтетическую теорию качественно разные физические теории, описывающие поведение реагирующей среды в жидком и жидкокристаллическом состояниях, и, во-вторых, учесть стохастичность величин  $\Delta t_{i,j}$ .

Таким образом, биологическое время представляет собой не континуальное, а дискретное квантованное время, неделимыми квантами которого являются длительности полных периодов каталитических циклов каких-то ведущих ферментативных реакций внутриклеточного метаболизма.

Квантованность биологического времени обусловлена, на наш взгляд, и тем обстоятельством, что реализация генетической информации требует достаточно жесткого контроля со стороны генетического аппарата клетки за временными характеристиками процессов становления и развития живого организма. Если при этом допустить, что в генетическом аппарате клетки ведется счет квантам биологического времени, то каждая клетка многоклеточного живого организма, ведя свое происхождение от одной единственной яйцеклетки, «может знать» на каждый данный момент времени количество прожитых организмом «квантов» биологического времени и с учетом этого реализовывать дальнейшие фрагменты генетической информации. Правда, для подобной согласованности во времени деятельности генетических аппаратов всех клеток живого организма необходима синхронизация во всех клетках каталитических циклов ферментативных реакций, которые

задают кванты биологического времени, что, на первый взгляд, представляется совершенно невероятным. Но такое предположение оказывается вполне допустимым, если учесть открытое С.Э. Шнолем и на протяжении нескольких десятилетий изучаемые им и его коллегами явление синхронизации макроскопических флуктуаций (МФ) колебательных процессов различной природы.

Результаты исследований лаборатории С.Э. Шноля не оставляют сомнений в том, что, какова бы ни была природа этих сил, МФ могут иметь важное значение для временной организации физиологических процессов, выступая в качестве фактора, обеспечивающего синхронизацию однотипных процессов, протекающих в разных клетках многоклеточного сложного живого организма. При этом речь идет не о том, что эти процессы должны синхронизироваться в обычном физическом времени. В данном случае "синхронизация" означает, что многоступенчатые циклические процессы в разных клетках протекают таким образом, что одни и те же их ступени в разных клетках протекают когерентно, т.е. одновременно, хотя при этом длительности как всего цикла, так и отдельных его этапов не остаются постоянными величинами в единицах физического времени, а меняются случайным, однако, одинаковым для всех клеток образом. Если такая синхронизация однотипных колебательных процессов живого организма имеет место в действительности, то введенное выше понятие внутриклеточного метаболического времени может оказаться предельно мелким масштабом ("тонкой структурой") биологического времени сложных живых организмов как единых целостных систем.

Таким образом, имеются определенные основания предполагать синхронное следование квантов биологического времени во всех клетках многоклеточного живого организма. Это позволяет подойти к решению проблемы одновременности пространственно удаленных друг от друга процессов живого организма принципиально иначе, чем аналогичная проблема решается в физическом мире.

Как известно, в абсолютном времени классической физики существовала абсолютная одновременность событий, протекающих в сколь угодно удаленных друг от друга точках мирового пространства. Это означало, что все события мироздания однозначно делятся на прошедшие, настоящие и будущие.

Подобные представления оставались общепринятыми, пока не появилась позитивистская идея о необходимости их экспериментальной проверки и обоснования. Анализ показал, что в их основе лежит только априорная уверенность в том, что одновременными являются те события, которые могут быть охвачены единым актом сознания. В реальной действительности абсолютная одновременность и однозначное деление всех событий на прошедшие, настоящие и будущие оказываются эмпирически достоверными только при условии, что взаимодействие и обмен информацией между событиями происходит с бесконечной скоростью. При любых конечных скоростях взаимодействия требование эмпирической проверяемости временных отношений между событиями приводит к появлению класса событий, между которыми не существует отношения "раньше (позже), чем", и характер временных отношений между ними оказывается неопределенным.

В специальной теории относительности (СТО) одновременные пространственно удаленные друг от друга события выявляются в ходе синхронизации связанных с этими событиями часов. Предложенная А. Пуанкаре и использованная А. Эйнштейном при разработке СТО процедура синхронизации пространственно удаленных друг от друга часов сводится к следующему.

Пусть в точке А имеются некоторые часы и "точно такие же часы" имеются в точке В. Тогда наблюдатели в точках А и В будут фиксировать события в "А-времени" и "В-времени". Общее для точек А и В время, считает А. Эйнштейн, можно установить, если ввести определение, что "время", необходимое для прохождения света из А в В, равно "времени", требуемому для прохождения света из В в А /Эйнштейн, СНТ, т., 1, с. 9/. Пусть

в момент  $t_A$  по "А-времени" луч света выходит из А в В, отражается в момент  $t_B$  по "В-времени" от В к А и возвращается назад в А в момент  $t'_A$  по "А-времени".

При этих условиях практически добиться того, чтобы часы в точках А и В показывали одно и то же время, можно следующим образом. Пусть между наблюдателями, находящимися в точках А и В, имеется договоренность о том, что наблюдатель в точке В в момент отражения сигнала от В к А выставляет на своих часах заранее договоренное с наблюдателем точки А показание, например, 00 часов, 00 минут, 00 секунд. В этом случае наблюдатель в точке А знает, что часы в точке В в момент  $(t'_A - t_A)/2$  по часам точки А показывают 00 часов, 00 минут, 00 секунд, и может соответствующим образом скорректировать показания своих часов. В современной физике предполагается, что одинаковым образом изготовленные и синхронизированные между собой часы, находясь в разных точках инерциальной системы отсчета, будут неограниченно долго показывать одинаковое время.

Именно такой смысл вкладывает А. Эйнштейн в понятие одновременность. Вполне естественно, что если указанным выше образом синхронизировать часы во всех точках инерциальной системы отсчета, то все они будут одновременно показывать одно и то же время, и мы введем некоторый аналог абсолютного времени, в котором существует "абсолютная одновременность" (одни и те же показания часов) и однозначное деление всех событий на прошедшие, настоящие и будущие. Однако подобная "одновременность" событий в масштабах всей инерциальной системы не имеет в физическом мире практического значения, поскольку при таком способе разграничения всех событий на прошедшие, настоящие и будущие далеко не для всех событий разнесенность их в разные времена означает возможность установления однозначных причинно-следственных связей между ними. Так, например, все события, которые имели место в точке А в период, начиная с момента посылки светового сигнала в точку В и до возвращения в точку А отраженного сигнала, не могут иметь причинно-следственных связей с событиями, которые имели место в точке В в момент отражения пришедшего из точки А светового сигнала.

В литературе, посвященной философским проблемам теории относительности, понятие "одновременность" получило более широкое толкование, а именно как совокупность таких событий, между которыми не может быть причинно-следственных связей, а следовательно, и однозначных временных отношений, если временные отношения между событиями связывать с реальными или, по крайней мере, потенциально возможными между ними причинно-следственными связями. При таком причинном определении временной последовательности событий все те события, между которыми не могут существовать материальные взаимодействия, можно рассматривать как релятивистский аналог "всемирной одновременности ньютоновской физики" /Уитроу, 1964, с. 389/ и называть либо "квазиодновременными" /Фок, 1961, с. 52/, либо "топологически одновременными" /Грюнбаум, 1969, с. 44-48, 435-505/. Учитывая это, мы назовем **одновременность**, определенную как *одинаковые показания синхронизированных между собой часов*, **"формальной одновременностью"**.

В физическом мире "формальная одновременность" не имеет физического смысла. Совершенно иначе обстоит дело в живом организме, в котором каждая клетка содержит копию одной и той же генетической программы, и если эта программа закодирована в единицах метаболического времени, то при существовании формальной одновременности все клетки организма могут точно одновременно совершать те или иные акты при условии, что счет времени ведется непрерывно с самого начала эмбрионального развития организма.

Итак, некоторые данные современной биологии позволяют сделать вывод о том, что биологические процессы живого организма структурированы в особом биологическом времени.

Наиболее глубинным, фундаментальным уровнем временной организации биологических процессов живой материи является уровень ферментативных реакций внутри-



клеточного метаболизма. Именно здесь необходимо искать далее неделимые кванты биологического времени, на протяжении которых протекающие в весьма своеобразно организованной и резко изменяющей свои свойства внутриклеточной среде физические и физико-химические процессы интегрируются в элементарные акты биологических процессов.

Квантованность биологического времени может иметь важное значение для генетики, а также для теоретической биологии.

Для того, чтобы ввести в биологию полноценное биологическое время необходимо научиться хронометрировать протекающие в организме процессы в единицах биологического времени, что предполагает умение вести счет задающим кванты биологического времени циклам соответствующих ферментативных процессов. Здесь, видимо, придется воспользоваться тем, что при синхронных конформационных изменениях макромолекул фермента, представляющих собой гирлянды электрически заряженных осцилляторов, несомненно излучаются специфические электромагнитные волны, которые, по-видимому, можно фиксировать и положить в основу **часов биологического времени**.

\* \* \*

В 60-70-х годах XX столетия многим биологам казалось, что выдающиеся открытия середины века в очень скором времени приведут к созданию теоретической биологии, способной открыть фундаментальные законы живой материи и математически рассчитывать как отдельные биологические процессы, так и процессы функционирования и развития живых организмов. Однако эти надежды по сей день остаются не осуществленными.

С одной стороны, живой организм состоит из тех же атомов и элементарных частей, что и неживая природа, и между ними действуют те же силы, что и в неживой природе. Более того, в живых организмах имеются системы и органы, которые функционируют подчиняясь физическим и физико-химическим законам. Таковы, например, процессы вентиляции легких, циркуляции крови по кровеносным сосудам, процессы пищеварения в желудке. Поэтому редуccionистская биофизика имеет широкие перспективы в изучении и математическом описании процессов и явлений живого организма в единицах физического времени.

Но, с другой стороны, собственно биологические процессы функционирования и развития организма невозможно свести к физическим и физико-химическим процессам неживой природы, поскольку они организованы в стохастическом по отношению к физическому времени биологическом времени самого живого организма.

Поэтому живой организм функционирует и развивается в двух временах, а именно, в физическом времени неживой природы и в биологическом времени самого организма.

Это означает, что разработка приемов и методов хронометрирования и математического описания процессов функционирования и развития живых организмов отнюдь не означает отказа от редуccionистской биофизики. Более того, только после возникновения биологической физики, способной в единицах биологического времени хронометрировать и описывать биологические процессы организма, появится возможность формирования теоретической биологии, способной интегрировать в себе приемы и методы хронометрирования и теоретического описания процессов и явлений живого организма в единицах биологического и физического времени с закономерно обоснованным разделением сфер их компетентности.

К сожалению, на сегодняшний день успешное развитие редуccionистской биофизики ошибочно интерпретируется как свидетельство того, что развитие биофизики может привести к исчерпывающему познанию живого организма. Это ведет к тому, что биофизики не обращают внимание на исследования, связанные с использованием в ряде областей биологии специфических единиц биологического времени. Однако ситуация такова, что никакое развитие редуccionистской биофизики без разработки приемов и методов хронометрирования и математического описания биологических процессов в единицах биологического времени не удастся преодолеть стохастичность биологических процессов

и открыть внутренние динамические законы функционирования и развития живых организмов.

Таким образом, хотя разработка приемов и методов хронометрирования процессов развития живых организмов в единицах биологического времени развивается с конца XIX века, осознание биологами природы и значения биологического времени идет очень медленными темпами. На протяжении длительного времени этот процесс сдерживался господством в сознании людей ньютоновских представлений о времени как о некоторой единой и единственной в своем роде равномерной длительности. Используемые ботаниками, эмбриологами и специалистами других разделов биологии не сводимые к единицам физического времени единицы измерения длительности осознавались как искусственно вводимые безразмерные величины, а все более широко распространявшееся понятие «биологическое время» рассматривалось как время, измеряемое «биологическими часами»<sup>76</sup>.

Тем не менее постепенно начинает формироваться понимание необходимости хронометрировать и теоретически описывать собственно биологические процессы живых организмов в особом, отличном от физического времени, однако, недостаточная ясное понимание природы времени как равномерной длительности и отсутствие знаний об относительности равномерности и возможности существования качественно разных стандартов равномерности мешает доводить правильный ход мыслей до конструктивных выводов. В этом отношении характерны взгляды Б.М. Владимирского на «собственное время» биологических систем.

**Б.М. Владимирский**<sup>77</sup> совершенно справедливо указывает на то обстоятельство, что при рассмотрении процессов, протекающих в живых организмах «возникают большие сомнения относительно того, что астрономические единицы пригодны в качестве единиц измерения (времени. – И.Х.)». Проводя параллель между психическими и физиологическими процессами, Владимирский считает, что «именно собственное время, задаваемое физиологическими событиями необходимо учитывать при анализе процессов переработки информации в нервной системе ...».

Физическое время настолько давно и в целом незаметно для самого человека было абстрагировано от «инерциально-равномерных» движений материального мира, что сегодня физическое время подавляющим большинством людей, включая физиков и даже «темпорологов», осознается как некоторая не связанная с материальными процессами равномерное течение. Поэтому когда возникает потребность абстрагировать время от качественно иного типа соравномерных материальных процессов эта потребность осознается как необходимость наполнить общеизвестное абстрактное и кажущееся совершенно пустым физическое время конкретными событиями и процессами изучаемой области материального мира. Отсюда возникает противопоставление общеизвестному «абстрактному времени» наполненное конкретными событиями «время-процесс». При этом ставится вопрос: как события, наполняющие время-процесс, превратить в единицы измерения этого времени и таким образом получить возможность математически описывать течение процессов и смену событий исследуемой области материального мира.

Именно так ставит проблему биологического времени Б.М. Владимирский, который осознает, что применимость астрономического времени при описании физиологических процессов вызывает большие сомнения и считает, что необходимо ввести понятие собственного времени изучаемой биологической (физиологической) системы. Как пишет

<sup>76</sup> Именно так интерпретировали биологическое время, например, ...

<sup>77</sup> **Владимирский Борис Михайлович** – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биофизики и биокibernетики Ростовского Государственного Университета, директор НИИ нейрокibernетики им. А.Б. Когана.

Не следует путать с полным тезкой Б.М. Владимирского астрофизиком **Борисом Михайловичем Владимирским**, доктором физико-математических наук, среди работ которого имеются статьи, посвященные вопросам воздействия на живые организмы разных космических факторов.

Владимиров, «исследование и моделирование физиологического времени, в конечном счете должно быть направлено на становление новой, событийно-ориентированной биоритмологии. В рамках такого направления внимание будет уделено как физиологической сущности исследуемых процессов, чтобы определить, что является событием, так и собственно ритмическим закономерностям, безотносительно к их типу, частотному диапазону, функциональному уровню и т.д.

Подводя итоги своим рассуждениям, Владимирский пишет, «... что касается физических «часов», следует искать гомеостатический механизм, поддерживающий постоянство их периода (естественно не в астрономических единицах) вне зависимости от условий окружающей среды».

В конечном итоге правильный в целом ход мыслей о необходимости введения представления о качественно новом «физиологическом времени», оказывается неконструктивным и завершается лишь общими рассуждениями. Причина этого в том, что у автора, во-первых, нет адекватного понимания времени, во-вторых, нет представления о том, как в реальной действительности произошло абстрагирование физического времени от материальных процессов неживой природы и, в-третьих, нет понимания сущности и значения такого фундаментального свойства любого типа времени как равномерность, которая в действительности оказывается не абсолютным свойством одного единственного времени, а соотносительным свойством тех классов соравномерных материальных процессов от которых абстрагируется «равномерно текущее» время или, точнее, равномерная длительность процессов рассматриваемой области действительности, которой принадлежит данный класс соравномерных процессов (КСП).

Поэтому среди всех попыток ввести в биологию понятие «биологического времени» наиболее теоретически обоснованной и эмпирически апробированной является идея использования в качестве самостоятельных единиц биологического времени длительности периодов тех или иных циклических биологических процессов живого организма, входящих в присущие живым организмам классы биологических соравномерных процессов (биологических КСП).

Об этом направлении развития идеи биологического времени в настоящей статье написано уже достаточно подробно. Здесь лишь обратим внимание на то обстоятельство, что основанные на классах соравномерных биологических процессов живых организмов единицы биологического времени, такие как детлафы, тау-сомиту, пластохроны и другие «берут на себя» всю стохастичность, влияющих на биологические процессы живого организма, изменений внешних и внутренних условий функционирования и развития биологических систем, приводит к тому, что пространство биологических систем оказывается не метрическим, а топологическим.

Действительно, при стохастически изменяющихся по отношению к физическому времени единицах биологического времени понятие «метрическое пространство» теряет смысл. Обусловлено это тем, что биологическая эквивалентность изменений, происходящих за равные интервалы биологического времени предполагает биологическую эквивалентность и пространственных перемещений биологических объектов в пространстве живого организма. Но если пространство живого организма представляет собой физическое метрическое пространство, то биологически эквивалентными оказываются разные интервалы пространственного расстояния, которые биологические объекты в этом пространстве проходят за изменяющиеся в физическом времени, но биологически эквивалентные единицы биологического времени. Эквивалентность возникающих за единицы биологического времени пространственных изменений, скорее всего, означает, что в системе единиц биологических величин либо не будет метрической единицы биологического пространст-

ва, либо эта единица будет производной и в своей метрике будет содержать метрику соответствующего биологического времени<sup>78</sup>.

Вывод о том, что пространственные перемещения биологических объектов в пространствах живых организмов не имеют метрических характеристик, согласуется с тем обстоятельством, что происходящие в процессе развития живого организма структурные изменения, которые несомненно изменяют и перестраивают топологию физического пространства организма не разрушают биологические (биохимические и биофизические) процессы функционирования и развития живого организма. Это означает, что пространство живого организма – это изменяющий и перестраивающий свою топологию топос, в котором наиболее фундаментальные биологические процессы сохраняются на всех этапах развития.

Если при построении теоретической биологии, способной математически описывать протекающие в живом организме биологические процессы в единицах биологического времени пространство организма следует рассматривать как топологическое, но не как метрическое пространство, то это качественно меняет саму логику построения и развития теоретической биологии. Поэтому прежде чем предпринимать попытки формирования теоретической биологии необходимо методологически проанализировать проблему построения теоретической биологии и сформулировать исходные принципы будущей теоретической биологии.

В этом отношении большой интерес представляют работы **А.И. Игамбердиева**<sup>79</sup>, который в ряде своих работ глубоко проанализировать методологические основы построения теоретической биологии.

А.И. Игамбердиев полагает, что пространство живого организма – это изменяющий и перестраивающий свою топологию топос. При этом топос характеризуется как пространство, в котором объект представляют собой «множествоподобное образование, имеющее потенциально существующие (частично определенные) элементы, лишь некоторые из которых актуально существуют (всюду определены). Изменение топологии соответствует актуализации потенциальных элементов, и это происходит в соответствии с логическим исчислением данного топоса, через логическое исчисление топос определяет способы слипания, склеивания друг с другом каждой точки из их пространственного континуума, и в рамках этой логики имеет место порождение определенных структур. При этом выделяется множество сообщенных точек, стабильных относительно перестроек топологии»<sup>80</sup>.

Проводя аналогию между ростом научных знаний и развитием живого организма, А.И. Игамбердиев пишет: «Научная теория заменяет многообразие окружающих нас объектов комбинациями небольшого числа теоретических конструкторов, основания которых отличает высокая степень их устойчивости. Подобная аналогия имеется в биологии: биологические молекулярные комплексы становятся операциональными структурами, поставленными в соответствие другим молекулам и процессам: это соответствие является нефизическим и построено по сосюрсовскому принципу произвольности знака. Так, генетический код может быть представлен как множество обобщенных («концептуальных»)

<sup>78</sup> Введение в биологию биологического времени сопряжено с необходимостью разработки соответствующих систем единиц биологического времени и системы биологических констант, поскольку с заменой системной единицы физического времени «секунды» на ту или иную системную единицу биологического времени все производные единицы физических величин, а также все физические константы, в размерностях которых фигурирует размерность физического времени превратятся в единицах биологического времени в стохастические переменные величины. Но вместо таких единиц физических величин и физических констант появятся производные единицы биологических величин и биологические константы, в размерностях которых будет содержаться размерность соответствующего биологического времени.

<sup>79</sup> **Игамбердиев Абир Убаевич** (р. 1959) – д.б.н., проф., заведующий кафедрой физиологии и биохимии растений Воронежского Гос. Университета.

<sup>80</sup> **Игамбердиев А.И.** О логическом анализе становления и времени в биологии / Изв. РАН. Сер. Биол. 1993, 5, с. 786.

точек (классификатор подобъектов), определяющее склеивание друг с другом точек пространственного континуума. Он отображен в элементарные объекты (биомолекулы) биосистемы единственным однозначным образом. На более высоких уровнях биологической организации обобщенным множеством выступают универсальные системы регуляции и, наконец, на морфологическом уровне концептуальные точки образуют архетипы - устойчивые структуры, характеризующие план строения систематических групп»<sup>81</sup>.

Развиваемые Игамбердиевым идеи представляются весьма плодотворными и способными лечь в основу теоретической биологии. Однако на данном уровне своего развития эти идеи остаются качественными и не позволяют перейти к количественному описанию процессов функционирования и развития живых организмов и в том числе к математическому описанию процессов становления новых биологических структур и объектов. Такой переход от качественного описания топосной логики становления и развития к количественному, математическому описанию их невозможен без введения метрически определенное биологического времени.

Таким образом, на сегодняшний день назрела и стала актуальной введение в биологию понятия биологическое время, которое должно в биологии при описании процессов функционирования и развития живых организмов играть такую же роль, какую в физике играет физическое время. Однако в отличие от физического времени биологическое время метрически многообразно и в разных направлениях развития живых организмов, на разных структурных уровнях живых организмов, на разных иерархических уровнях надорганизменных биологических системах могут существовать метрически разные биологические времена, которые в пределах живых организмов, отдельных биоценозов, экологических систем и других целостных структурах закономерно взаимосвязаны и обеспечивают целостное их существование и развитие.

И, наконец, весьма важным моментом разработки теоретической биологии является формирование систем специфических единиц биологических величин и систем биологических констант, поскольку с переходом от системной единицы физического времени к системной единице биологического времени, все единицы Международной системы (SI) и физические константы, в размерностях которых имеется размерность физического времени «секунда», превратятся в стохастические переменные величины, но вместе с тем появятся какие-то специфически биологические величины и константы, в размерностях которых будут фигурировать размерности соответствующих системных единиц биологического времени<sup>82</sup>.

Детлаф Т.А. Температурно-временные закономерности развития пойкилотермных животных. – М.: Наука, 2001. – 211 с.

Хасанов И.А. Феномен времени. Часть I. Объективное время. – М., 1998.

Хасанов И.А. Время: природа, равномерность, измерение. – М.: Прогресс-Традиция, 2001.

Хасанов И.А. Биологическое время. – М., 1999. – 39 с. //

[http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/khasanov\\_biologicheskoe.pdf](http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/khasanov_biologicheskoe.pdf)

Ильгиз А. Хасанов

### **БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ (БПП) [англ. *High-speed process*] -**

На протяжении длительного времени «точные науки» были представлены только математикой и классической механикой. Хотя в этих науках изучению и математическому описанию движения уделялось большое внимание, тем не менее переменная времени играла вспомогательную роль и не осознавалась как самостоятельная характеристика описываемых процессов и явлений объективно-реальной действительности. В математике время отождествлялось с последовательно упорядоченным множеством действительных чисел. В физике время выступало как математическая абстракция, которая, будучи пред-

<sup>81</sup> Там же.

<sup>82</sup> О системах единиц биологических величин и системах биологических констант приходится говорить во множественном числе, поскольку эти системы в живых организмах и биологических системах разных направлений развития живой материи будут, видимо, более или менее сильно различаться между собой.

ставленной множеством действительных чисел, обладает абсолютной равномерностью, поскольку применительно к числовой последовательности термин «неравномерность» не имеет смысла. Только с развитием электродинамики и изучением волновых процессов время в физике начало обретать реальный смысл. К концу XIX века появляется потребность в изучении быстропротекающих процессов (БПП). Представление о непрерывности и бесконечной делимости времени перестает носить абстрактный, чисто умозрительный характер, ибо возникает необходимость «заглянуть внутрь» предельно малых интервалов длительности.

Проникновение «вглубь времени» началось с изобретения в конце XIX столетия скоростного фотографирования, которое затем переросло в скоростную кино съемку. Первые опыты скоростного фотографирования принадлежат Э. Майбриджу, одному из основоположников скоростной фотографии, разработавшему быстродействующий затвор фотоаппарата<sup>83</sup>.

Одним из первых фотоаппаратов, способных делать серию снимков с частотой 12 кадров в секунду, было так называемое «фотографическое ружье» Э.-Ж. Марей<sup>84</sup>, созданное им в 1882 г. С этого времени начинается развитие скоростной фотографии, названной по предложению Э.-Ж. Марей **хронофотографией**. На протяжении XX столетия хронофотография постепенно развивалась и к концу столетия достигла возможного для оптико-механических фотоаппаратов предела временного разрешения ( $10^{-9}$  с), определяемого конструкционной прочностью вращающихся компонентов подобных фотокамер.

Еще одно направление развития высокоскоростной фотосъемки связано с изобретением американским инженером Г. Ю. Эдгертоном<sup>85</sup> электрического стробоскопа (ЭС), дающего короткие вспышки света со строгой периодичностью. ЭС был изобретен Эдгертоном в конце 20-х – начале 30-х годов XX столетия в процессе изучения им динамо-машин и синхронных электродвигателей. Синхронизируя частоту вспышек с частотой вращения ротора динамо-машины или электродвигателя, Эдгертон добивался «остановки» вращения, поскольку ротор фиксировался каждый раз в одном и том же положении, а несколько увеличивая или уменьшая частоту вспышек, можно было приводить ротор в видимое медленное вращение в обратном или прямом направлении.

Стробоскоп Эдгертона явился первой фотовспышкой многократного пользования, в отличие от использовавшихся до этого одноразовых магниевых вспышек. Вскоре выяснилось, что с его помощью можно не только фиксировать мгновенные состояния быстрых процессов, но и наблюдать эти процессы в замедленном режиме, используя высокоскоростную кино съемочную аппаратуру<sup>86</sup>.

83 **Майбридж (Muybridge) Эдвард** (1830-1904) – ирландец по происхождению, в 1850 г эмигрировал в США, стал известным фотографом. Разработке Э. Майбриджем скоростной фотографии способствовало решение поставленной перед ним как выдающимся фотографом весьма специфической задачи, заключающейся в том, чтобы выяснить, действительно ли при беге лошади рысью бывают моменты, когда все четыре копыта отделяются от земли и лошадь как бы повисает в воздухе. Эту задачу Майбридж решил расставив по пути движения лошади ряд фотокамер, затворы которых срабатывали, когда при движении лошадь разрывала натянутую на ее пути тонкую нить.

84 **Марей (Marey) Этьен-Жюль** (1830-1904) – французский физиолог, проф. естественной истории в Collège de France/ Известен экспериментальными исследованиями по физиологии человека и животных. Изобрел ряд приборов, автоматически записывающих наблюдаемые явления (например, кардиограф). В 1882 году изобрел «фотографическое ружье», представляющее собой скоростную фотокамеру, предназначенную для съемки полета птиц.

85 **Эдгертон (Edgerton) Гарольд Юджин** (1903-1990) - профессор электротехники Массачусетского технологического института.

86 Изобретение Г.Ю. Эдгертона высоко оценили не только спортивные фоторепортеры, но и военное ведомство США, для которого Г.Ю. Эдгертон разработал мощную стробоскопическую вспышку, которая давала возможность вести ночную разведывательную аэрофотосъемку. Эта технология была применена перед высадкой союзных войск в Нормандии.

Следующее изобретение Эдгертона было связано с фотографированием очень быстротечного начального этапа расширения огненного шара при ядерных взрывах. Здесь уже не нужна была световая вспышка: света было в избытке от объекта фотографирования, но требовалось создать быстродействующий фотозатвор, так как обычные механические фотозатворы для съемок столь быстротечного процесса не годились. Для решения этой задачи Эдгертон использовал выявленный в 70-х годах XIX столетия шотландским физиком Джоном Керром (1824-1907) эффект, заключающийся в том, что некоторые жидкие поляроиды в электрических полях меняют свою полярность на ортогональную. Эдгертон изготовил фотозатвор, состоящий из двух фильтров-поляроидов, один из которых был заполнен поляроидом, обладающим эффектом Керра. Такой фильтр-поляроид получил в дальнейшем название «ячейки Керра». В исходном состоянии эти поляроиды были поляризованы перпендикулярно и свет через них не проходил. Но если на ячейку Керра подавалось напряжение, то поляроид, обладающий эффектом Керра, менял полярность, оба поляроида становились поляризованными параллельно и становились прозрачными для света. Выдержка при таком фотозатворе оказывалась порядка наносекунды, т.е. миллиардной доли секунды.

Таким образом, еще в 40-х годах XX столетия наука получила средство, позволяющее изучать быстрые процессы в наносекундном временном масштабе. Однако путь к революционному прорыву в фиксации фаз БПП в интервалах более мелких, чем наносекунда (т.е.  $10^{-9}$  с), открыли созданные в 20-30-х годах XX столетия рядом западных ученых электронно-оптические преобразователи (ЭОП). Изобретатели ЭОПов не ставили перед собой задачи использовать их для регистрации БПП. Перед ними стояла более важная по тем временам задача перевода инфракрасного излучения в видимую область спектра и создания, таким образом, приборов ночного видения.

В Советском Союзе первые ЭОП были созданы в 1938-1939-х годах В.И. Красовским, С.Ю. Лукьяновым и др. во Всесоюзном электротехническом институте им. В.И. Ленина. Качественно новый этап в фиксации БПП начался с конца 1940-х годов, когда в СССР выдающимися учеными Е.К. Завойским<sup>87</sup>, М.М. Бутсловым<sup>88</sup> и др. были созданы времяанализирующие электроннооптические преобразователи (ЭОП), обеспечившие фотографирование БПП с временным разрешением не менее  $10^{-11}$  с. Теоретические исследования Е.К. Завойского и С.Д. Фанченко показали, что фотоэлектронные методы регистрации БПП отличаются уникальным сочетанием рекордных характеристик, таких как высокое временное (менее  $10^{-14}$  с) и пространственное (50-100 пар лин/мм)<sup>89</sup> разрешение, предельно высокая чувствительность (регистрация отдельных фотоэлектронов), широкий спектральный диапазон (0,1-1700 нм), большой объем одновременно регистрируемой информации ( $10^6 - 10^8$  пикселей) и широкий диапазон входных интенсивностей (более  $10^5$ ). После Второй мировой войны электронно-оптические преобразователи начали использоваться в высокоскоростной фотографии. В период с 1953 по 1965 годы в СССР было разработано большое количество экспериментальных и промышленных электронно-

87 **Завойский Евгений Константинович** (1907-1976) – физик-экспериментатор, доктор ф.-м. н. (1945), академик АН СССР (1964); принимал участие в работах по созданию атомной бомбы, открыл электронный парамагнитный резонанс, что явилось выдающимся открытием XX столетия.

88 **Бутслов Михаил Михайлович** (1914-1973) – крупнейший специалист по электронно-оптическим преобразователям (ЭОП), д.т.н. (1955), лауреат Ленинской премии (1959); руководил разработкой электронно-оптических преобразователей, способных регистрировать отдельные фотоны света; внес большой вклад в развитие электронного приборостроения.

89 **Пара линий на миллиметр** - единица оптического разрешения объективов и оптических систем. При определении оптического разрешения оценивается минимальное расстояние между двумя линиями. При этом одна линия и следующий за ней промежуток принимаются за пару линий и подсчитывается количество таких пар на миллиметр.

оптических камер, предназначенных для регистрации БПП. Максимальное временное разрешение этих камер составляло доли наносекунд. Дальнейшее продвижение «вглубь времени» шло уже с использованием лазерной техники при участии академика А.М. Прохорова. Как пишет непосредственно принимавший участие в этих работах М.Я. Щеглов, «в течение последующих 35 лет (1967-2002) с участием А.М. Прохорова было опубликовано около 250 работ, посвященных разработке и применению ЭОПов в лазерных экспериментах».

Последовательное проникновение на уровни все более быстро протекающих процессов наглядно продемонстрировало тот факт, что иерархические уровни временных масштабов быстро сужаются по мере продвижения «вглубь времени» по масштабной шкале милли-, микро-, нано-, пико-, фемто-, атто-, зепто- и йоктосекунд с тысячекратным уменьшением временной «толщины» уровня при каждом очередном переходе. Однако при этом соответственно изменяются и единицы измерения времени, в силу чего на каждом уровне сохраняется одинаковый диапазон изменений интервалов длительности от предельно малого, «бездлительного» интервала (гранулы) времени до «неограниченно больших» интервалов в тысячи и более единиц длительности данного иерархического уровня. Поскольку на каждом уровне рассматриваются характерные БПП, то расширение интервалов длительности за пределы тысячи соответствующих единиц не выводит исследователя на более высокий масштабный временной уровень, в силу чего стремление интервалов длительности к «бесконечности» протекает в рамках времени данного уровня. Так, если при математическом описании процессов на фемтосекундном масштабном уровне переменная времени устремляется к «бесконечности», то это «бесконечность» фемтосекундного времени и какими бы большими (в фемтосекундах) ни становились интервалы длительности, они не превращаются в интервалы пикосекундного, наносекундного и т.д. времени более высоких иерархических уровней.

Однако на каждом временном масштабном уровне наряду с характерными процессами, протекающими именно на данном иерархическом уровне, имеются, по-видимому, процессы, выходящие за рамки масштабных границ этого уровня, что обеспечивает связь и единство всех иерархических уровней. Так, например, на фундаментальных временных иерархических уровнях микромира, наряду с элементарными частицами, время жизни которых укладывается в масштабные рамки соответствующих иерархических уровней, имеются «долгоживущие» элементарные частицы, способные образовывать структуры и участвовать в процессах иерархически более высоких пространственно-временных уровней. Это означает, что характерные для данного иерархического уровня материальные процессы должны описываться в единицах соответствующего времени, представляющего собой самостоятельное время, протяженное от интервалов «нулевой» длительности до «бесконечно» протяженных длительностей, а не результат интерполяции на данный уровень времени более высокого уровня путем тысячекратного уменьшения его единицы.

Для нас – обитателей макромира – процессы микромира представляют собой каскад все более убыстряющихся по мере продвижения вглубь микромира быстротекающих процессов. Это обстоятельство говорит о том, что «быстротекаемость» как свойство материальных процессов – это не абсолютное, а относительное свойство. Так, например, на любом иерархическом уровне, включая даже самые «высокие» уровни мегамира, процессы более фундаментальных уровней выступают как быстротекающие. В частности, такие процессы макромира, как историческое развитие человечества, эволюция биологических видов с космологического уровня мегамира выступают как укладываемые в небольших (по временным масштабам мегамира) интервалы длительности быстротекающие процессы, значительные периоды которых оказываются скрытыми в мгновениях мегамира и тем не самым не раскладывающимися на отдельные события.

Кроме того, на каждом иерархическом уровне имеются свои быстротекающие процессы. Так, на уровне макромира быстротекающими являются различного рода взрывы, переходные процессы, например, в электросетях, бифуркационные периоды в



эволюции развивающихся систем и другие. При этом быстропротекающие процессы макромира – это не обязательно процессы, протекающие на протяжении малых интервалов длительности, какими является большая часть взрывов. Быстропротекающие процессы могут занимать и значительные интервалы длительности, но отличаться от нормальных процессов повышенной скоростью течения.

Что касается быстропротекающих процессов мегамира, то среди них имеются такие, которые даже с уровня нашего макромира воспринимаются как быстропротекающие (таковы, например, взрывы новых и сверхновых звезд), но подавляющая часть быстропротекающих процессов иерархических уровней мегамира с точки зрения процессов макромира столь медленны, что мы даже не улавливаем их процессуальности. Так, например, с точки зрения процессов эволюции галактик и их скоплений происходящие иногда столкновения галактик и прохождение их друг через друга – это практически «мгновенный» процесс во временных масштабах более высоких иерархических уровней мегамира.

Смысл квалификации таких процессов как «быстропротекающих» заключается в том, что такие процессы по своим временным характеристикам и по интенсивности количественных и качественных изменений резко отличаются от, характерных для соответствующих иерархических уровней мегамира, медленнопротекающих процессов. Так, например, несмотря на то, что для нас с точки зрения процессов макромира все или почти все процессы мегамира – это медленнопротекающие процессы, «в действительности» же, т.е. на соответствующих иерархических уровнях мегамира они делятся на быстропротекающие, нормальные и медленнопротекающие, в принципе, по таким же критериям, по которым мы делим процессы на аналогичные категории.

Осознанию этого обстоятельства мешает традиционная практика описания всех процессов мегамира в «годах», т.е. в единицах времени макромира не соответствующих временным масштабам мегамира. С уровня макромира мы не способны эмпирически выявить ступенями уходящие «ввысь» иерархические уровни мегамира с многократным замедлением процессов на более высоких уровнях. Однако наличие таких иерархических уровней в мегамире, по-видимому, должно учитываться при математическом описании процессов мегамира и при построении космологических моделей Вселенной.

Лит.: М. М. Б у т с л о в, Б. М. С т е п а н о в, С. Д. Ф а н ч е н к о. Электронно-оптические преобразователи и их применение в научных исследованиях. Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1978.

Завойский Е.К., Фанченко С.Д. Об изучении сверхбыстрых световых процессов// «Докл. АН СССР», 1955, т. 100, № 4, с. 661.

Иванов В.С., Золотаревский Ю.М., Лебедев В.Б., Фельдман Г.Г. Электронно-оптическое приборостроение ВНИИОФИ за 40 лет//[BifoCompany.com/eng/text/40-VNIIOFI\\_40.pdf](http://BifoCompany.com/eng/text/40-VNIIOFI_40.pdf)

**Ильгиз А. Хасанов**

**БЫТИЕ, СУЩЕСТВОВАНИЕ.** - На протяжении всей истории философии с понятиями «бытие» и «существование» связывались целые философские учения, призванные раскрыть причины и характер существования качественно разных объектов, процессов и явлений материального мира, человеческого сознания и самого человека. Предпринимались многочисленные попытки строить такие философские учения, в которых категории «бытие» и «существование» наделялись бы особым «философским содержанием», позволяющим из логического анализа этих понятий выводить все особенности существования как материального мира («природы»), так и человека и его сознания («духа» или «души»). Поэтому содержание и значение категорий «бытие» и «существование» у разных философов оказывались существенно разными.

Сегодня имеется возможность предметно изучать материальные носители и механизмы чувственных образов, понятий, мыслей и т.д., рассматривая их как содержание информационных структур и процессов головного мозга человека, поэтому отпадает необходимость из самих понятий «бытие» и «существование» выводить содержательные характеристики всего того, что существует. Мы вполне можем за понятиями «бытие» и

«существование» оставить их временное содержание и выяснять специфику временных аспектов бытия, существования качественно разных объектов, процессов и событий (или явлений): 1) объективно-реальной действительности; 2) непосредственно данной человеку в его повседневной жизни и деятельности реальной действительности и 3) не всегда осознаваемой самим человеком, но несомненно существующей у каждого человека субъективной реальности его сознания.

Наиболее полное, самодостаточное существование представляет собой наличное бытие в объективном пространстве и объективном времени материальных предметов, процессов и событий. Такое существование можно именовать **сущностным бытием**.

В тесной связи с сущностным бытием предметов, процессов и событий материального мира существуют их свойства, связи и отношения, но существуют они не как некие самостоятельные сущности, а лишь постольку, поскольку существуют их материальные носители и механизмы. Причем среди свойств, связей и отношений материальных объектов, процессов и событий имеются такие, которые существуют обязательно, и такие, которые имеют случайный характер. Так, например, движение как атрибутивное свойство материи всегда присуще любым материальным телам, процессам и событиям, тогда как агрегатные состояния веществ зависят от конкретных условий. Поскольку обязательное свойство объектов материального мира в философии обозначается термином «**атрибут**», а свойство материальных предметов, присущее им лишь в некоторых состояниях или при некоторых условиях, обозначается понятием «**модус**», то неперенное бытие атрибутивных свойств, связей и отношений можно именовать **атрибутивным существованием**, а зависящее от разных обстоятельств бытие необязательных свойств разумно именовать **модальным бытием**.

Обладающие сущностным бытием предметы материального мира и сам материальный мир воспринимаются человеком при помощи органов чувств. Результаты непосредственного восприятия, т.е. процесса воздействия разных факторов объективно-реальной действительности на рецепторы органов чувств, кодируются в этих рецепторах, т.е. превращаются в информацию, и передаются в центральную нервную систему (ЦНС). В ЦНС получаемая от рецепторов органов чувств информация подвергается всестороннему анализу и в сочетании с ранее воспринятой и хранящейся в памяти информацией в левом и правом полушариях головного мозга интегрируется в качественно разные информационные модели воспринимаемой объективно-реальной действительности. **При доминировании левого полушария формируются параметрические модели** внешнего объективно-реального мира, его объектов, процессов и событий. Имеются основания предполагать, что левополушарные параметрические модели объективно-реальной действительности представляют собой описание воспринимаемого материального мира через систему функциональных (т.е. выражаемых через математические функции) связей наиболее важных для поведения и деятельности субъекта ее параметров в абстрактных многомерных пространствах, или, точнее, в системе не сводимых друг к другу и в этом смысле «ортогональных» измерений.

Одним из важных параметров в параметрических моделях объективно-реальной действительности является параметр времени, моделирующий направленное в будущее объективное физическое время и существующий в виде своего рода информационного «луча будущего времени», в котором описывающие материальный мир и положение в нем самого субъекта параметрические модели внешнего материального мира многократно «проигрываются», моделируя тем самым будущие состояния окружающего мира и предстоящую деятельность субъекта. Таким образом, левополушарные параметрические модели объективно-реальной действительности непосредственно связаны с программированием поведения и деятельности человека, и будучи формируемыми в абстрактном многомерном пространстве математическими моделями, не поддаются наглядно-образному представлению.

**При доминировании правого полушария** поступающая от рецепторов органов чувств информация интегрируется в **чувственно-образные модели** воспринимаемых объектов, процессов и событий, возникновение которых переживается субъектом как непосредственное, т.е. протекающее без всякого участия информационных процессов нервной системы, видение самих предметов, процессов и событий материального мира. При этом степень адекватности непосредственно данных человеку как субъекту сознания чувственных образов самим воспринимаемым предметам, процессам и событиям материального мира столь высока, что человек, придерживаясь объективистской гносеологической позиции, т.е. полагая, что он непосредственно воспринимает сам объективно-реальный мир, достиг высоких результатов не только в познании объективных законов материального мира, но и в практическом использовании этих законов в научно-техническом творчестве.

Обобщая накопленный за последние два столетия опыт научного познания и философского осмысления действительности, необходимо внести некоторые уточнения в общепринятые представления о характере существования воспринимаемой и познаваемой реальной действительности.

Обладающие сущностным бытием материальный мир, его предметы, процессы и события для человека как субъекта сознания в общем случае обладают **ноуменальным**, т.е. умственно осознаваемым бытием, тогда как все, что непосредственно дано человеку в его чувственном восприятии, обладает **феноменальным бытием**, т.е. бытием возникающих в сознании человека феноменов.

До сих пор сохраняются возникшее в XVIII столетии альтернативное противопоставление ноуменального и феноменального бытия и стремление преодолеть это противопоставление либо абсолютизируя одну из этих форм бытия, либо отрицая правомерность признания таких форм существования.

Реальное решение этой проблемы предполагает, во-первых, признание обоснованности выделения ноуменального и феноменального бытия всего того, что человек воспринимает и познает; во-вторых, учет практики человечества, ведущей к выделению сферы совпадения ноуменального и феноменального бытия, в которой имеет место полное совпадение по свойствам того, что существует в объективно-реальной действительности и воспринимается нами, и того, что возникает в нашем сознании как чувственный образ воспринимаемого объекта. Критерием такого совпадения, или, точнее, взаимного соответствия ноуменального и феноменального бытия, являются успехи в практическом использовании знаний в целенаправленных преобразованиях человеком познаваемых объектов, процессов и событий.

Однако за пределами этой области остаются сферы, в большей или меньшей степени чисто ноуменальные и чисто феноменальные. К ноуменальным областям относятся, области микромир<sup>90</sup>, мир космологических пространственно-временных масштабов, а также процессы и события, отдаленные от нас временными интервалами.

К феноменальной сфере, т.е. сфере чисто (или преимущественно) чувственного восприятия, относится внутренний духовный мир самого человека.

Учитывая специфику временного бытия материального мира, следует различать 1) **актуальное**, т.е. налично данное бытие предметов, процессов и событий объективно-реальной действительности в непосредственно текущем моменте настоящего времени; 2) **виртуально-реальное бытие** процессов и событий прошедшего времени, которые действительно существовали когда-то в настоящем времени, но уже перестали актуально существовать, но через сохраняющиеся в настоящем времени следы и последствия своего бывшего актуального существования «оказывают воздействие» на процессы и события те-

<sup>90</sup> Следует однако заметить, что современные способы фиксации и визуализации сверхбыстрых процессов микромира позволяют зрительно воспринимать процессы, протекающие в исчезающе малых фемто-, атто-, зептосекундных интервалах длительности.

кущего настоящего времени, а через них и на формирующиеся в настоящем времени процессы и события будущего времени; 3) **потенциальное существование** зарождающихся в настоящем времени предстоящих в будущем событий и состояний объектов и процессов материального мира.

Бытие объектов, процессов и событий субъективной реальности человеческого сознания, представляющих собой идеальное содержание информационных структур и процессов головного мозга и в целом нервно-мозговой системы человека, в которой моделируется воспринимаемый объективно-реальный или воображаемый мир, уместно именовать **идеальным бытием**.

См. статьи: *«Идеальное»*, *«Объективистская гносеологическая позиция»*, *«Субъективистская гносеологическая позиция»*, *«Прошедшее время»*, *«Настоящее время»*, *«Будущее время»*, *«Реальное время»*.

Лит.:

**Ильгиз А. Хасанов**