

# О логическом анализе становления и времени в биологии

© А. У. Игамбердиев, 1992

*Воронежский государственный университет, кафедра физиологии и биохимии растений*

## Аннотация

Намечены исходные принципы логического анализа становления и времени в биологии. В биологических системах макромолекулярные комплексы образуют операциональные структуры, устойчивые относительно перестроек топологии. Элементарные логические конструкции, описывающие включение биологических систем в физический мир, являются топосами, обладающими неклассическими свойствами. Анализируются пути логического описания онтогенеза и эволюции на основе понятийного аппарата топосной логики.

A.U.Igamberdiev

On logical analysis of formation and time in biology

Voronezh State University

Initial principles of logical analysis of the formation and time in biology are outlined. In biological systems macromolecular complexes form operational structures which are stable relatively to topological reconstructions. Elementary logical constructions describing inclusion of biological systems into physical

universe are presented as topoi with non-classical properties. Possible directions of logical description of ontogenesis and evolution using categories of topoi logic have been analyzed.

Попытка сформулировать логическую основу для описания биологических процессов восходит к Аристотелю, она базируется на осмыслении процесса осуществления, т.е. актуализация потенциалов. В трактате "О душе" (II, 412) подчеркивается внутренний характер становления и разрабатываются концептуальные основы его описания, в "Физике" (II, 220-221) обосновывается точка зрения, что процессу становления соответствует особая концепция времени.

Важнейшим отличием биологического объекта от объектов неживой природы является наличие его формального описания внутри самого объекта, выраженного в генетических структурах. При этом, в отличие от технических систем, где кодирование осуществляет связанный с системой человек, в биологической системе оно представляет собой внутреннее свойство целостной системы (Игамбердиев, 1986). Т.е. биологическая система развивается в соответствии со своей внутренней логикой и описание биосистемы связано с описанием процесса функционирования и становления этой логики, что подразумевает недостаточность классических логических схем.

Поиски путей объединения различных подходов к основаниям математики привели к созданию топосной логики, на категорной основе обобщающей альтернативные подходы к основаниям математики и логики и пригодной для формализаций самых разнообразных процессов (Голдблатт, 1983). В ее рамках иное, более глубокое осмысление приобретает проблема становления, что и будет предметом данной статьи, в которой мы попытаемся конспективно изложить исходные принципы логического анализа "проблемы осуществления".

Биологические системы характеризуются наличием перестроек топологии в ходе их функционирования и развития (Преснов, Исаева, 1985). Следовательно, для устойчивого функционирования биологической системы должны существовать операции, которые были бы стабильны относительно перестроек топологии.

Топос определяется как пространство с меняющейся, вариабельной топологией. Такое исходное определение подразумевает, что объект в топосе - 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. Если проводить аналогию с ростом научного знания, то в его динамике эти точки соответствуют фундаментальным физическим теориям (Акчурин, 1990).

Научная теория заменяет многообразие окружающих нас объектов комбинациями небольшого числа теоретических конструктов, 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") точек (классификатор подобъектов), определяющее способы склеивания 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.

Как группируются концептуальные точки в ходе биологической эволюции? Данный вопрос, очевидно, не решается финитными средствами и подразумевает выход за пределы геделевской неполнота в область актуально бесконечного (Игамбердиев, 1991). Однако имеются логические конструкты, позволяющие прояснить данный вопрос и адекватно описать его.

Одна и та же логическая структура может породить большое многообразие моделей. Как соотносятся друг с другом эти модели? Очевидно, некоторые модели оказываются более успешными, т.е. обладающими большей предсказательной силой. Можно ли заранее "предсказать предсказательную силу" модели? Очевидно, вновь возникшая модель ставится в соответствие не заранее заданной внешней реальности, но той измененной реальности, которая формируется при включении в нее данной модели, и заранее смоделировать эту реальность оказывается невозможным. Поэтому для утверждения истинности или ложности новых моделей имеется нетривиальная логическая процедура, а именно фальсификация формальных систем, на основе которых строятся модели. Истинность и ложность при этом не существуют *per se*, они являются следствием включения системы в конкретное окружение.

Модель истинности, зависящая от такого включения, имеется в семантике Крипке, однако в биологии истинность может и не сохраняться во времени: полезность (к которой сводится истинность) определенной структуры зависит от более сложной структуры, в которую она

включена. Новая система, таким образом, производит отображение в область, которая еще не определена, и возникновение новых "экологических ниш" заранее не детерминировано однозначно.

Фальсификация не подчиняется закону исключенного третьего. Аналогию ей в классической биологии можно усмотреть в борьбе за существование, однако взаимодействие биосистем подразумевает не только борьбу за выживание, но и приближение к уравниванию противоречащих друг другу конструктов, т.е. фальсификация не сводится только к жесткому попперовскому смыслу, но имеет в себе черты витгенштейновской игры, в которой устанавливаются "семейные сходства". При этом формируется структура биоценоза и, в конечном счете, биосферы.

Особый детерминизм фальсификации, не сводящийся к простой предсказательности, обуславливает необратимость, которая находит выражение в ходе эволюционного процесса. Эволюция оказывается аналогичной росту научного знания: и в том, и в другом случае взаимодействуют логические конструкции, которым соответствуют определенные грамматики, фальсифицирующие друг друга через модели, возникающие на их основе. Новая модель характеризуется своей грамматикой, и взаимодействие грамматик порождает новую грамматику, которая соответствует новой внешней среде.

Иными словами, описание эволюции может быть построено на основе индетерминистской логики, в которой структура истинностных значений соответствует ветвящемуся (случайному) характеру будущего (Карпенко, 1990), и сами логики (логические исчисления) биосистем выступают в качестве истинностных значений, структуриализующихся в ходе эволюции.

Взаимоотношение онтогенеза и филогенеза в этой связи представимо следующим образом. Онтогенез характеризуется воспроизводством структур истинностных значений в логическом исчислении биосистем данного типа, а эволюция соответствует приписыванию истинностных значений на внешнем уровне по отношению к логическому исчислению биосистем и построению топоса для последнего. Т.е. в биологии мы имеем дело с двумя алгебраическими уровнями логики, и их взаимоотношение может быть выявлено в рамках нетривиальной индетерминистской интерпретации. Эволюция при этом может моделироваться структурой истинностных значений на втором, "внешнем" уровне логики.

Вышеизложенный анализ позволяет сделать вывод о том, что время, будучи неотделимо от становления, соответствует актуализации потенциально существующих элементов. Его течение имеет аналогию в квантовомеханической редукции, результат которой не может быть однозначно детерминирован. Эволюционное становление принципиально отличается от становления организма, т.к. последнее происходит в соответствии с программой, а первое создает эту программу. Однако и в том, и в другом случае для описания необходима динамическая (негеометрическая) концепция времени, восходящая к идеям Аристотеля об актуализации потенциалов. Была предложена, например, негеометрическая компьютерная модель времени (Анисов, 1991), но она могла бы быть применена преимущественно к описанию онтогенеза, но не эволюции. Интересно, что в этой модели становление обуславливается фактором ограниченности ресурсов. Действительно, в биологических моделях становления, например в такой наиболее известной из них, как развитие *Dictyostelium discoideum*, именно исчерпание ресурсов ведет к генерации порядка, возникновению организации.

"Запрограммированность" онтогенеза восходит к надежности передачи информации при работе биологических макромолекулярных систем. Движение частиц (электронов и др.) в

биосистемах происходит в соответствии с принципами квантовомеханической редукции, но при этом обеспечивается стабильность функционирования системы, ее устойчивость к внешним воздействиям. Это оказывается возможным при определенном типе квантовомеханической редукции, сопровождающемся малой диссипацией энергии, а именно при квантовых невозмущающих измерениях, когда взаимодействие характеризуется длительным временем релаксации прибора (Braginsky et al., 1980). Как было показано ранее, именно на этом основана работа биомакромолекул и их комплексов (Игамбердиев, 1991). При этом цикличность их функционирования определяет характерный внутренний ритм биосистемы, позволяющий сопоставить силу периода физических процессов.

Но любая надежность не является абсолютной, и при взаимодействиях подобного рода возможны иные решения, ведущие к генерации бифуркаций. Последние лежат в основе эволюционной трансформации биосистем. Новые решения в эволюции в принципе невыводимы из предшествующей организации, что выражается в "незапрограммированности" эволюционного процесса. Это, впрочем, не исключает номотетичности, т.к. предшествующая организация налагает ограничения на одни пути развития и делает более вероятными другие.

**Закключение.** Сделаем некоторые общие выводы из предшествующего изложения. Апелляция к антропному принципу означает, что сама физика начинает осознавать невозможность ее обоснования в собственных рамках: такие понятия, как несилевое взаимодействие, квантовомеханическая редукция, спонтанное нарушение симметрии как бы "выпадают" из физического детерминизма, и разработка единой теории поля ставит такую же недостижимую цель, как и программа Гильберта. Единство мира может быть восстановлено, только если рассматривать совокупность, включающую в себя физический мир, теоретический конструкт, его описывающий, и познающего субъекта. Эта совокупность соответствует семиотической триаде Пирса, состоящей из объекта, знака и интерпретанты.

Даже чисто феноменологические примеры показывают, что физика более "вырождена", чем биология. Так, симметрия кристаллов оказывается частным случаем симметрии биологических объектов, а криволинейный, неевклидовый характер форм живого мира упрощается в неживой природе до евклидовых закономерностей (Петухов, 1988). Физический мир при таком рассмотрении является как бы частным случаем биологического, но не тривиально, а в таком же смысле, как описание квантовомеханического прибора не включается в описание микросистем при физическом рассмотрении. Биология имеет предметом процесс, аналогичный именно актуализации микросистемы при ее взаимодействии с прибором: при функционировании биосистем происходит проецирование из пространства потенциальных возможностей в область действительных значений, что имеет аналогию в квантовомеханическом измерении. Как мы попытались показать, современная логика имеет понятийный аппарат, способный адекватно описать данный процесс. При этом оказывается очевидным, что теоретическая биология имеет метатеоретический характер в сравнении с физическими теориями, и элементарные логические конструкции, описывающие включение биологических систем в физический мир, должны обладать развернутой внутренней структурой, каковой обладают топосы. Биологические системы при их возникновении "теоретизируют" мир неорганики, и именно эта теоретизация должна стать предметом научного описания.

## **Литература**

1. АКЧУРИН И.А. Концептуальные категории как средство анализа понятийных систем

- // Естествознание: системность и динамика /методологические очерки/. М.: Наука.1990. С. 48-61.
2. АНИСОВ А.М. Время и компьютер. Негеометрический образ времени. М.: Наука, 1991. 152с.
  3. АРИСТОТЕЛЬ. О душе // Сочинения. т. 1. М.:Наука.1975. С.369-448.
  4. АРИСТОТЕЛЬ. Физика // Сочинения. т. 3. М.:Наука.1981. С.59-262.
  5. ГОЛДОЛАТТ Р. Топосы. Категорный анализ логики. М.: Мир. 1983. 488 с.
  6. ИГАМБЕРДИЕВ А.У. Проблема описания эпигенетических систем // Журнал общей биологии. 1986. Т.47. № 5. С.592-600.
  7. ИГАМБЕРДИЕВ А.У. Устойчивость и трансформация биосистем: физические основания и логическая интерпретация // Журнал общей биологии.1991. Т.52. №5. С.673-690.
  8. КАРПЕНКО А.С. Фатализм и случайность будущего: логический анализ. М.:Наука1990. 214с.
  9. ПЕТУХОВ С.В. Высшие симметрии, преобразования и инварианты в биологических объектах // Система. Симметрия. Гармония. М.: Мысль.1988. С.260-274.
  - 10.ПРЕСНОВ Е.В., ИСАЕВА В.В. Перестройки топологии при морфогенезе. М.:Наука.1985. 192 с.
  - 11.BRAGINSKY V, B.,VORONTSOV Yu.I.,THORNE K.S. Quantum non-demolition measurements // Science/ 1980/ V. 209. 209. P.547-557.