

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

О статье Д.С. Чернавского "Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики"¹

В первой части статьи Д.С. Чернавского автор обсуждает вопрос о причине того, что генетический код у всех живых существ один и тот же. Очевидную причину, заключающуюся в том, что данная комбинация нуклеотидов оказалась наиболее эффективной и устойчивой, автор отвергает и выдвигает другую: что среди разновидностей цепочек нуклеотидов (в дальнейшем — ЦН), кодирующих данную аминокислоту, в каждом случае, т.е. для каждой аминокислоты побеждала та ЦН, начальная концентрация которой была наибольшей (здесь я отступаю от принятой автором терминологии), он пишет о концентрации гиперциклов, но гиперцикл — это процесс и говорить о концентрации процессов, по меньшей мере, неточно. Для доказательства своего утверждения автор составил систему кинетических уравнений, описывающих зависимость от времени концентрации каждой разновидности ЦН и учитывающих самовоспроизведение ЦН и их взаимодействие между собой. Сперва он вводит для каждой разновидности ЦН индивидуальные параметры, характеризующие их химические свойства, но тут же отбрасывает различия между ними, оставив единственное различие — начальную концентрацию. Тем самым, он заранее объявляет, что влияние химических свойств реагирующих веществ на ход реакции пренебрежимо мало. Но в статье нет доказательства, что оно действительно столь мало. Не указан даже критерий малости. А без этого все вычисления, основанные на отбрасывании химических различий, теряют свое обоснование.

Вторая логическая ошибка заключается в том, что написанная автором система уравнений не учитывает зависимости концентраций от координат, т.е. применима лишь в том случае, когда в среде идет достаточно интенсивное перемешивание. Но в статье нет доказательства того, что перемешивание шло столь интенсивно. Нет и критерия достаточности его интенсивности, т.е. нет основания, на котором можно построить доказательство. Следовательно, повисает в воздухе и утверждение автора о том, что решающая роль начальной концентрации обеспечила единство генетического кода по всей Земле.

M.B. Фок

Ответ на письмо М.В. Фока в редакцию УФН

В письме обсуждаются два вопроса, в которых автор¹ [1], по мнению М.В. Фока, допустил "логические ошибки".

Первый вопрос касается выбора единого кода.

¹ Чернавский Д С УФН 170 158 (2000) (далее [1]).

Д.С. Чернавский. Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, 117924 Москва, Ленинский просп. 53, Российская Федерация
Тел. (095) 132-62-96. E-mail: chernav@lpi.ru

М.В. Фок. Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, 117924 Москва, Ленинский просп. 53, Российская Федерация
Тел. (095) 132-62-92

Статья поступила 26 июня 2001 г.

"Очевидная" причина, о которой упоминается в письме М.В. Фока, в действительности отнюдь не очевидна. Дискуссии на эту тему среди специалистов продолжаются, что и отражено в статье. В [1] рассмотрен вариант, в котором выбор кода происходит не за счет априорных преимуществ, а за счет спонтанного нарушения симметрии (т.е. за счет неустойчивости симметричного состояния). Для этого рассмотрен предельный (симметричный) вариант модели. Основной ее результат состоит в том, что даже в этом случае происходит выбор (но не отбор) единого кода.

Аналогичная модель используется для выбора варианта биологической асимметрии (раздел 3 в [1]).

Явление спонтанного нарушения симметрии хорошо известно специалистам в химической, физической и биологической кинетике. Известно также, что малые различия, нарушающие исходную симметрию, не могут служить "причиной" конечного выбора, если роль этих различий мала. Мера малости зависит от свойств конкретного процесса и, в частности, от "шумов", роль которых в данном случае играют ошибки кодирования. С учетом этого код тоже выбирается случайно и не обязательно "оптимальный".

Эти вопросы обсуждаются, в частности, в разделе 3 статьи [1]. О возможных различиях вариантов кода тоже упомянуто в разделе 2.3. Разумеется, это сделано кратко ввиду ограниченности объема. Желающие познакомиться с проблемой более глубоко могут это сделать, воспользовавшись ссылками (в частности, и на работы, в которых авторы придерживаются альтернативной точки зрения).

Вторая "логическая ошибка" по мнению автора письма, связана с тем, что в модели, приведенной в статье [1], не учтен эффект миграции в пространстве. М.В. Фок приводит по этому поводу свои соображения. Суть их в том, что в случае спонтанного нарушения должны были сохраниться другие варианты кода.

Могу сказать, что распределенная в пространстве модель выбора кода построена и исследована. В [1] она не включена ввиду ограниченности объема, но необходимые ссылки приведены. В этих работах показано, что процесс выбора кода в пространстве действительно развивается долго, но за время существования биосфера один вариант вытесняет остальные почти полностью. Другие варианты кода могли сохраниться и действительно сохранились в органеллах: хлоропластах и митохондриях. Отсюда следует, кстати, что выбор кода действительно длился долго, вплоть до появления фотосинтезирующих и дышащих организмов. Последние уже вышли на сушу и могли перемещаться с потоками воздуха.

Упомянутые органеллы — результат симбиоза клетки, способной усваивать свет (хлоропласти) или кислород (митохондрии) и за счет этого синтезировать АТФ, и клетки, способной утилизировать АТФ. Эти органеллы являются биологическими изоляторами в том смысле, что их генетический материал не перемещивается с материалом клетки-хозяина.

В целом, моя статья в УФН посвящена дискуссионным проблемам — так она и была задумана. Эта проблематика шире круга чисто физических вопросов, что для УФН — журнала с широким кругозором — традиционно.

Д.С. Чернавский.