

Случайность в биологии

Е. Б. Рудный, 2023-2026, evgenii@rudnyi.site

Препринт, PREPRINTS.RU.

Аннотация. Представлены три сюжета к пониманию случайности в эволюционной биологии. Чарлз Дарвин и Томас Гексли считали возможным совместить детерминизм с естественным отбором в биологической эволюции. В понимании Жака Моно и Стивена Гулда случай можно охарактеризовать как удачу. Рассмотрены борьба Жака Моно против термодинамиков-анимистов (Илья Пригожин и Манфред Эйген) и ответ термодинамиков. Стивен Гулд для обоснования своих взглядов предложил мысленный эксперимент «повторное проигрывание пленки жизни», а Саймон Моррис в ответ использовал концепцию конвергентной эволюции.

Ключевые слова: случай, вероятность, Чарлз Дарвин, Томас Гексли, Жак Моно, Илья Пригожин, Стивен Гулд, Саймон Моррис

Содержание

Введение.....	1
Естественный отбор в детерминированной Вселенной.....	2
Жак Моно против термодинамиков-анимистов.....	4
Мысленный эксперимент Стивена Гулда и конвергентная эволюция.....	6
Случай, чудо и единичные события.....	9
Список литературы.....	11

Введение

В физике есть детерминированные теории, в которых последующее состояние однозначно определяется предыдущим, и стохастические теории на базе теории вероятности. В последнем случае переход из одного состояния в другое случаен, но при этом случайности закономерны, поскольку такие переходы подчиняются распределению вероятности, вытекающим из теории физики.

В отличие от физики в биологии появляется новое и трудно определимое понятие случайности, не связанное с теорией вероятности. В этой статье представлены три сюжета, связанные с этим обстоятельством. Я начну со взглядов Чарлза Дарвина и Томаса Гексли, которые считали возможным совместить детерминизм с естественным отбором в биологической эволюции. В 19-м веке теория вероятности начала проникновение в физику в молекулярно-кинетической теории. Тем не менее, в целом физики были убеждены в детерминизме законов физики и у биологов не было особого выбора.

Следующие два сюжета раскрывают взгляды на случай как удачу Жака Моно и Стивена Гулда. Вначале рассмотрена борьба Жака Моно с термодинамиками-анимистами Ильей Пригожиным и Манфредом Эйгеном, которые рассматривали случайность как закономерность. Затем рассмотрен мысленный эксперимент Стивена Гулда, который должен был показать роль случая как удачи в макроэволюции, и противоположный взгляд сторонника конвергентной эволюции Саймона Морриса. В последнем разделе обсуждается возможное компромиссное решение.

Естественный отбор в детерминированной Вселенной

Илья Пригожин в 1988 году написал предисловие к изданию работ Пирса на немецком языке [1], в котором он заявил о противоречии между классической физикой и теорией эволюции:

'Ученые девятнадцатого века столкнулись с проблемой. Либо им надо было отказаться от классического идеала естественных наук, воплощенных в завершенном синтезе Ньютона и Лапласа динамики детерминистической и обратимой модели. Либо было необходимо отречься от важных фактов эволюции и отклонить очаровательную гипотезу "выживания наиболее приспособленных".'

Однако Пригожин преувеличил противоречивость одного с другим, поскольку биологи 19-го века не видели конфликта между случайностью и детерминизмом. Начну с выразительного высказывания Томаса Гексли (бульдог Дарвина) [2]:

'Это утверждение [фундаментальное утверждение Эволюции] заключается в том, что целый мир, живой и неживой, является результатом взаимных взаимодействий в соответствии с определенными законами сил, которыми обладают молекулы, из которых была составлена примитивная туманность вселенной. При условии, что это утверждение истинно, не менее определенно, что существующий мир потенциально находился в космическом паре; и что достаточный интеллект смог бы при знании свойств молекул этого пара предсказать, например состояние Фауны Британии в 1869 году с той же самой определенностью, с которой можно сказать, что случается с паром дыхания в холодный зимний день.

Рассмотрим часы на кухне, которые громко тикают, показывают часы, минуты и секунды, бьют и кричат "ку-ку" и, возможно, показывают фазы луны. Если вскрыть часы, то все феномены, которые они представляют, содержатся в их механизме, и умный часовщик сможет предсказать все после исследования их структуры.

Если эволюционная теория правильна, то молекулярная структура космического газа стоит в том же самом отношении к феноменам мира как структура часов к их феноменам.'

По всей видимости под достаточным интеллектом Гексли подразумевает демона Лапласа. В любом случае Гексли не считал, что биологическая эволюция противоречит идее детерминированной Вселенной, и у него естественный отбор совместим с такими условиями.

Рассмотрение взглядов Чарлза Дарвина помогает понять, каким образом предполагалась совместимость естественного отбора с детерминизмом. В теории Дарвина изменчивость была случайна, но Дарвин в *'Происхождении видов'* несколько раз подчеркивал, что введенная случайность связана только с незнанием деталей протекающих процессов [3]:

'До сих пор я иногда так выражался, будто вариации, столь распространенные и многообразные у органических существ при domestikации и в меньшей степени у них же в природе, были обусловлены случайностью. Это выражение, конечно, совершенно неверно. Но оно помогает осознать наше незнание причины каждой отдельной вариации.'

'какие первоначально вызывались тем, что мы вследствие нашего незнания называем случайностью.'

'вариациями, которые по нашему незнанию кажутся нам возникающими спонтанно'

Таким образом, Дарвин считал, что введение случайности изменчивости возникает из-за

ограниченности человеческого знания о протекающих процессах. В книге Кёртиса Джонсона *'Дарвин играет в кости: Идея случая в мышлении Чарльза Дарвина'* [4] более подробно разбираются взгляды Дарвина на случайность. Для Дарвина было важно, что случайность при изменчивости организмов не связана с приспособленностью и выживаемостью. Изменчивость приводила к любым изменениям, хорошим и плохим; изменчивость была случайна со стороны приспособленности и выживаемости. Именно такое значение вкладывалось Дарвиным в понятие случай и с этой точки зрения случай совместим с детерминизмом.

Слово случай также плохо вписывалось в мировоззрение викторианского общества. Случай воспринимался как противоположность провидению, и поэтому картина мира на основе случая считалась разновидностью атеизма. Дарвин знал, что можно говорить, а что лучше промолчать. Поэтому он решил по мере возможности убрать термин случай/случайный из своих произведений. В книге Джонсона хорошо показана эволюция терминологии в этом отношении. С одной стороны, Дарвин все время подчеркивал, что случай - это неизвестная причина, то есть случай закономерен, с другой, он заменял случайный на нечаянный (*accidental*), редкий (*occasional*) и наконец так называемое спонтанное изменение (*so called spontaneous variation*).

Метафора архитектора, использованная Дарвином в книге *'Изменение животных и растений в домашнем состоянии'* [5], раскрывает идею совместимости случая и детерминизма [4]. В этой метафоре Дарвин хотел наглядно и отчетливо передать разницу между изменчивостью и отбором. При рассмотрении метафоры следует помнить, что Дарвин использовал искусственный отбор как способ обоснования естественного отбора. Грубо говоря, естественный отбор - это искусственный отбор, когда никто не отбирает.

Итак, Дарвин придумал следующую аналогию:

'На протяжении всей этой главы и в других местах я говорил об отборе, как о преобладающей силе, но действие его безусловно зависит от того, что мы в своем невежестве называем спонтанной или случайной изменчивостью. Предположим, что архитектор вынужден построить здание из необтесанных камней, обрушившихся с крутизны. Форму каждого обломка можно назвать случайной, а между тем она определяется силою тяготения, характером горной породы и крутизной обрыва — событиями и обстоятельствами, обусловленными естественными законами, но между этими законами и тою целью, для которой строитель употребляет каждый обломок, нет связи. Совершенно так же изменения всякого существа определяются постоянными и неизблемыми законами, но они не имеют отношения к той живой структуре, которая медленно складывается под влиянием отбора, все равно — естественного или искусственного.

Если бы наш архитектор сумел возвести величественное здание, употребив грубые клинообразные обломки на своды, более длинные камни — на перекладины и так далее, мы бы еще более восхищались его искусством, чем в том случае, если бы он употреблял камни, специально обточенные для этой цели. Таково же положение вещей и в случае отбора, независимо от того, производится ли он человеком или природой, ибо, несмотря на безусловную необходимость изменчивости, все-таки, если мы посмотрим на какой-нибудь в высшей степени сложный и превосходно приспособленный организм, изменчивость отодвигается на совершенно второстепенное, по сравнению с отбором, место, точно так же, как форма каждого обломка, взятого нашим воображаемым архитектором, несущественна, по сравнению с его искусством.'

В метафоре выделяется два этапа. Первый - это случайная изменчивость. Тут Дарвин отождествляет случайность при возникновении изменчивости с незнанием истинных законов

происхождения изменчивости. Законы есть, но они сложны и поэтому мы говорим, что камни падающие сверху вниз приобретают форму случайно.

Следующий шаг - это естественный отбор, который в метафоре представлен в виде построения здания. Архитектор сможет построить запланированное здание из того материала, который имеется в наличии. Это сопоставляется с тем, что естественный отбор сможет создать сложные организмы из того материала, который поставляет изменчивость. Конечно, Дарвин не имел в виду, что для работы естественного отбора требуется интеллект. Архитектор являлся лишь аналогией искусственного отбора, а переход к естественному отбору осуществляется отказом от существования архитектора. Главный вывод метафоры - изменчивость случайна со стороны приспособленности и выживаемости. В то же время наличие обоих процессов, изменчивости и отбора, не противоречит идее детерминированной Вселенной. Правда, впоследствии Дарвин отказался от использования этой метафоры, поскольку она вызывала неправильную реакцию публики.

Жак Моно против термодинамиков-анимистов

В 1970 году вышла книга Жака Моно '*Случай и необходимость*' [6], представляющая картину мира известного биолога. Начну с известной цитаты, которая соответствует разрыву древнего союза:

'человек должен наконец пробудиться от своего тысячелетнего сна; пробудиться к своему абсолютному одиночеству, своей фундаментальной изоляции. Сегодня мы знаем, что, подобно цыганам, живем на краю чуждой нам вселенной. Вселенной, которая глуха к нашей музыке, так же безразлична к нашим надеждам, как к нашим страданиям и нашим преступлениям.'

Понимание Жаком Моно случайности связано с этим тезисом, который возможно связан с влиянием на Моно французских экзистенциалистов (к книге взят эпиграф из Камю). Таким образом случай у Жака Моно не связан с теорией вероятности - случай в эволюции по Моно случаен:

'Мы считаем эти события [мутации] случайными. Поскольку они составляют единственно возможный источник модификаций в генетическом тексте, который сам по себе является единственным хранилищем наследственных структур организма, то из этого неизбежно следует, что только случайность является источником всех инноваций, всякого творения в биосфере. Иными словами, фундамент грандиозного здания эволюции образует чистая случайность, абсолютно свободная, но слепая.'

Противники Моно - это виталисты и анимисты. Особое внимание в книге уделяется последним, к которым Моно причисляет марксистов и универсальных эволюционистов. Моно использует термин анимизм, поскольку в старые времена предполагалось, что человек является частью природы; между миром и природой предполагались специальные отношения (древний союз). Жак Моно считает, что взгляды диалектического материализма и универсального эволюционизма приводят к оставлению древнего союза, хотя и в измененном виде. Из закономерности случайности следует, что Вселенная была беременна жизнью и человечеством. Моно считает, что представления такого рода в корне неправильны.

В статье Жака Моно '*О молекулярной теории эволюции*' [7] к анимистам в явном виде причислены термодинамики. По всей видимости следующее высказывание включает Илью Пригожина:

'Наконец, в настоящее время есть новый, более хитрый класс анимистов, которых я называю термодинамиками. Они не такие термодинамики как лорд Кельвин, хотя

некоторые из них в действительности очень хороши.'

В статье в явном виде атакуется Манфред Эйген; он по мнению Моно хочет доказать, что жизнь не могла не возникнуть, что эволюция не могла не произойти. Моно утверждает, что все попытки создать термодинамическую теорию эволюции ни к чему не приведут, что они не плодотворны, что теории на этом пути являются нефальсифицируемы и поэтому не научны.

На русский язык переведена небольшая работа Эйгена и Винклера *Ludus vitalis* [8], которая послужила основой книги, попавшей под критику Моно: *'Игра, Законы природы управляют случаем'* (M. Eigen, R. Winkler, *Das Spiel, Naturgesetze steuern den Zufall*, 1975). Из книги видно, что Эйген знаком со взглядами Моно, и в ответ Эйген объявляет случайность в духе Моно чудом:

'Многие биологи склоняются скорее к другой крайности [по сравнению с детерминизмом]. Они верят в догму «абсолютного», «слепого» случая. В детерминистической модели постулируемые физические закономерности в большой степени покрыты мраком неизвестности, здесь же физическое объяснение становится вообще неуместным — действия Создателя полностью ускользают от нашего понимания. Флуктуация, находящаяся за пределами всякого ожидания, в принципе непредсказуема, хотя ее и нельзя исключить. Эту ситуацию можно сравнить с лотереей, только здесь «выигрыш» неизмеримо менее вероятен ... После этого ясно, что в действительности означает ссылка на абсолютный случай при объяснении «акта творения».'

Хотя в этом контексте Моно не упоминается в явном виде, но достаточно очевидно, что подразумевается его взгляд на случай. Эйген в свою очередь считает, что Бог играет в кости, но исключительно по правилам, другими словами, Бог уважает теорию вероятности. Поэтому Эйген считает, что жизнь образовалась закономерно, а Вселенная все-таки была беременна жизнью.

Статья *'Новый альянс'* Ильи Пригожина и Изабеллы Стенгерс в 1977 году была ответом Жаку Моно - это обстоятельство подчеркивает название статьи. Статья вышла на французском языке, а затем переведена на английский [9]. В 1979 году вышла книга на французском языке с таким же названием, которая в 1984 году переведена на английский под названием *'Порядок из хаоса'* [10]. Последовательность событий представлена в статье [11], в ней также содержится цитата из одной статьи Пригожина, в которой говорится, что Пригожин понимал, что для Моно он являлся тем самым анимистом-термодинамиком:

'Я не раз пытался наладить диалог с Жаком Моно, который всегда вызывал у меня глубокое восхищение. Мои попытки оказались тщетными: меня раз и навсегда зачислили в разряд «анимистов».'

Пригожин и Стенгерс согласны с тем, что древний союз человека с природой распался, но они считают, что на основе последних достижений науки вполне можно говорить о новом союзе. Таким образом, они отвергают пессимистический взгляд Моно и в то же время отвергают упреки в анимизме. Вначале яркая цитата из статьи [9], в которой Пригожин и Стенгерс характеризуют заявления биологов (ср. с цитатой Эйгена):

'путем крайне невероятной эволюции, от статистического чуда к статистическому чуду, смог появиться человеческий кибернетический автомат без противоречий с законами физики ...'

Статья [9] состоит из двух частей с подзаголовками *'От динамики к термодинамике: Физика, постепенный переход к миру природных процессов'* и *'Расширенная динамика: в*

направлении к гуманитарной науке о природе'. По содержанию можно выделить две ветви обсуждения. С одной стороны рассматривается теория диссипативных систем Пригожина, с другой отношения человека и природы. Авторы приводят аргументы, что первое помогает решить вторую проблему. Позиция Пригожина и Стенгерс статьи близка к позиции Манфреда Эйгена (его работы цитируются). Отвергается случайность в духе счастливого случая, отвергается детерминизм, и предлагается сочетание законов с закономерной случайностью.

В заключение приведу цитату из небольшой статьи Артура Пикока '*Случайность и необходимость в игре жизни*' [12], в которой кратко излагается история взаимоотношений Жака Моно и термодинамиков:

'Покойный Жак Моно часто посещал Англию, где его лекции всегда привлекали большую аудиторию. Достижимая ясность в его лекциях была такова, что в 1973 году на лекции в Оксфорде с удивлением были замечены несколько расплывчатые осуждения, которые он сделал как бы побочку о тех, которых он представил как «новый хитрый класс анимистов, которых я буду называть термодинамиками».'

Мысленный эксперимент Стивена Гулда и конвергентная эволюция

Начну с цитаты из статьи Ларри Йегера '*Как эволюция управляет сложностью*' [13]:

'Однако, Мейнард Смит (1970), Рауп (1973), Гулд (1989, 1994, 1996) и другие сомневаются можно ли связать наблюдаемый рост сложности с результатами естественного отбора. В словах Мейнард Смит «очевидное и неинтересное объяснение» представляет собой случайный дрейф от непреодолимого барьера на одной конце - рост в разнообразии по сравнению с необходимо малой сложностью в начале жизни. В особенности Гулд многократно защищал точку зрения, что случайность не только играет большую роль в эволюции, чем это было принято ранее, но случайности полностью достаточно для объяснения наблюдаемого увеличения биологической сложности на уровне геологического масштаба времени.'

Это высказывание связано с критикой идеи направленности эволюции. По ходу биологической эволюции наблюдается увеличение сложности, но утверждается, что это произошло благодаря последовательности случайных единичных событий, где слово случайность близко к тому, что говорил Жак Моно. Наиболее ярко такая позиция представлена Стивеном Гулдом в 1989 году в книге '*Прекрасная жизнь*' в виде мысленного эксперимента [14]:

'Я называю этот эксперимент «повторное проигрывание пленки жизни (replaying life's tape)». Мы нажимаем кнопку обратной перемотки и убеждаемся, что все, что действительно произошло, аккуратно стерто, идем обратно к любому времени и месту прошлого, например к морям сланцев Бёрджес [кембрийский взрыв]. Затем мы позволяем ленте жизни играть снова и смотрим, совпадает ли ее повторение с оригиналом. Если каждый новый исполненный вариант напоминает действительные пути развития жизни, то нам следует заключить, что произошедшее во многом обязано было произойти. Но что будет, если предположить, что все экспериментальные версии выдают разумные результаты, которые существенно отличаются от действительной истории жизни?'

Этот мысленный эксперимент стал основой эволюционной теории Гулда, изложенной в его книге '*Структура эволюционной теории*' [14]. В ней наряду с регулярными процессами, подчиняющимся законам, присутствуют случайные непредсказуемые события, которые полностью изменяют историю жизни. Статья Гулда '*Эволюция жизни на земле*' [15] хорошо

передает содержание его идей; она начинается таким образом:

'История жизни не является с необходимостью прогрессивной; определенно она является непредсказуемой. Земные существа развились посредством серии случайных и зависящих от обстоятельств событий.'

Гулд отвергает утверждение Дарвина ниже из '*Происхождения видов*' [3]:

'И так как естественный отбор действует только в силу и ради блага каждого существа, то все качества, телесные и умственные, склонны развиваться в направлении совершенства.'

Гулд списывает его на влияние викторианской эпохи, и он говорит, что видение прогресса появляется только в силу помещения в центр внимания феноменов, незначительных с точки зрения биологической эволюции (решительное нет антропоцентризму). Главной скрытой чертой жизни является стабильность бактерий, начиная с периода их обнаружения в древних геологических породах до настоящего времени:

'Это в действительности «эра бактерий», которая была с самого начала, которая остается в настоящее время и которая будет всегда'.

Далее Гулд утверждает, что бактерии задают планку минимальной сложности и в последующем сложность может только возрасть. Тем не менее, события возрастания сложности крайне редки, и они не составляют эволюционный ряд. Их также нельзя рассматривать как главную тенденцию эволюционной истории, поскольку с точки зрения адаптивности и разнообразия бактерии остаются на первом месте. Так, даже нельзя вообразить себе действия человека, которые могли бы привести к уничтожению бактерий. Гулд также отмечает, что в случае более сложных организмов эволюционные изменения могут приводить как к увеличению, так и к уменьшению сложности. Отсутствуют экспериментальные данные в поддержку того, что эволюция должна способствовать увеличению сложности. Позиции Стивена Гулда и Жака Моно похожи - случайность в биологической эволюции незакономерна.

В статье историка Дэвида Сепкоски '*«Повторное проигрывание ленты жизни»: симуляции, метафоры и историчность в взгляде на жизнь Стивена Гулда*' [14] рассказывается о предыстории мысленного эксперимента Гулда. В начале 1970-х годов группа палеонтологов, включая Стивена Гулда, Дэвида Раупа (David Raup) и Томаса Шопфа (Thomas Schopf), решила создать математическую модель для описания палеонтологических данных. В то время не было возможности для компьютерного представления доступных палеонтологических данных в количественном виде. Поэтому, в конце концов, было решено ограничиться имитационным моделированием, основанном полностью на стохастических процессах. В качестве нулевой гипотезы предположили, что эволюция идет как детерминированный и направленный процесс в рамках естественного отбора. Имитационная модель представляла противоположную точку зрения: вымирание, выживание или разветвление является только делом случая (MBL Model, первоначальная версия компьютерной программы была создана Раупом). Результаты модели показывали, как выглядели бы результаты эволюции в рамках чистого случая. На удивление участников полученный паттерн качественно хорошо совпадал с тем, что наблюдался палеонтологами.

Среди организаторов возникли разногласия с интерпретацией полученных результатов. Шопф считал, что результаты модели приводят к 'стохастической палеонтологии' или 'палеонтологии частиц'. Рауп считал, что результаты не исключают возможности направленного отбора, а позиция Гулда находилась примерно посередине. Гулд был согласен, что случайные процессы играют существенную роль, но он также признавал историчность развития. Стохастические процессы по мнению Гулда балансировались ограничениями:

структурными факторами и путями развития в онтогенезе и филогенезе. Гулд также считал, что в развитии жизни играли большую роль особенные исторические события, не связанные с естественным отбором, например удар метеорита. Таким образом, история жизни у Гулда становилась безвозвратной историей (irrevocable history).

Размышления Гулда были в том числе связаны с работами молодого в те годы биолога Саймона Морриса по исследованию ископаемых останков в сланцах Бёрджес; именно с них Гулд предполагал начать проигрывать ленту жизни заново. Ирония судьбы заключается в том, что Моррис в конце концов пришел к противоположным выводам, а именно, что мысленный эксперимент Гулда привел бы примерно к тем же самым результатам, что мы наблюдаем в настоящее время.

Выводы Морриса основывались на наблюдениях конвергентной эволюции: возникновении сходства между организмами различных групп, которые невозможно объяснить наличием этих свойств у общего предка. В ходе биологической эволюции похожие фенотипические свойства возникали параллельно и независимо друг от друга у совершенно разных систематических групп. В настоящее время даже говорят о конвергентной эволюции на молекулярном уровне, когда похожие молекулярные последовательности ДНК возникали параллельно и независимо у разных видов.

Конвергентная эволюцию обсуждается в сборнике статей *'Глубокая структура биологии'* (редактор Саймон Моррис), Подзаголовок сборника статей: *'Является ли конвергенция достаточно повсеместной, чтобы дать направленный сигнал?'* [16]. Четвертая статья написана Саймоном Моррисом. Он активно выступает за конвергентную эволюцию и приводит интересные свидетельства в том числе на уровне молекулярной биологии. Моррис считает, что наличие конвергентной эволюции поможет по-другому взглянуть на метафизические проблемы.

В статье философа Майкла Рьюза в этом сборнике рассматриваются следствия из конвергентной эволюции в историческом контексте (Эразм Дарвин, Уильям Пейли, Чарлз Дарвин, Герберт Спенсер, изменения взглядов теологов при рассмотрении эволюции). Рьюз отмечает, что позиция Морриса остается в рамках естественного отбора, поскольку направленность эволюции соответствует тому, что все экологические ниши должны быть заполнены. Рьюз считает, что Гулд недооценивал силу естественного отбора.

В этой связи интересна статья Яна Хескета *'Непроизошедшие факты и история: Случайность и конвергенция в историях науки и жизни'* [17], в которой анализируются взгляды историков науки в жанре альтернативной истории, например, Дарвин гибнет в кругосветном путешествии. Статья построена на базе обсуждения спора Саймона Морриса со Стивеном Гулдом о биологической эволюции; понятие конвергентная эволюция переносится на интеллектуальную историю - гибель ключевых фигур не так уж сильно влияет на дальнейшее развитие науки. Приведу ниже только цитаты из работ Саймон Морриса, приведенных в статье Хескета. Взгляды Морриса полностью отличаются от взглядов Гулда:

'Из замечательной простоты возникает огромная сложность, тем не менее, базовая тема по-прежнему появляется, что придает эволюции широкую предсказуемость. Если мы действительно можем обрисовать архитектуру жизни, то возникают дразнящие перспективы. Возможно, что мы сможем действительно начать исследовать реальность альтернатив: фактов, непроизошедших в эволюции. И возможно ... что в конце мы откроем, что таковых нет.'

'Хотя возможно существуют миллиарды потенциальных путей для эволюционного развития после Кембрийского взрыва, в действительности реальный диапазон и следовательно ожидаемые результаты по-видимому гораздо более ограничены. Если

это является правильным диагнозом, то эволюцию нельзя рассматривать как серию неограниченных экспериментов. Напротив, я полагаю, что необходимо доказывать, что в рамках определенных пределов выход эволюционных процессов может быть вполне предсказуемым.'

Таким образом рассмотрение фактов конвергентной эволюции возвращает обратно идеи направленной эволюции (случайность закономерна), правда, механизм подобного развития остается неясным. В заключение отмечу, что спор Гулда и Морриса подробно описан в книге Д. Б. Лососа '*Удивительная эволюция*' [18]. Приведу цитату из книги с описанием книг по конвергентной эволюции:

'в 2003 году Конвей Моррис высказал предположение, что конвергенция – доминирующая модель в биологическом мире. Его фундаментальный труд «Решение жизни: неизбежность появления человека во Вселенной», состоящий из 332 страниц (плюс 115 страниц примечаний), изобилует исключительным разнообразием случаев конвергенции, собранных и изученных им на протяжении всей жизни. Восемь лет спустя Джордж Макги написал похожую книгу «Конвергентная эволюция: лимитированные формы». И хотя она меньше по объему – 277 страниц, – чем книга Конвея Морриса, но в ней приведено еще больше примеров. А когда я писал черновик данной главы в 2015 году, вышла третья книга, второе произведение Конвея Морриса, «Руны эволюции: как зародилось самосознание Вселенной», где на 303 страницах были представлены в основном новые примеры конвергенции.'

Случай, чудо и единичные события

Цитата Паули из письма к Бору [19] об эволюции хорошо перекликается с высказываниями Эйгена и Пригожина:

'В обсуждениях с биологами у меня возникают большие трудности когда они применяют концепцию «естественного отбора» в достаточно широкой области при отсутствии возможности оценить вероятность возникновения в эмпирически данное время как раз тех событий, которые были важны для биологической эволюции. Рассмотрение эмпирической шкалы времени эволюции теоретически как бесконечности превращается у них в легкую игру, по всей видимости для того, чтобы избежать концепции целеустремленности. В то время как они претендуют на этом пути оставаться полностью «научными» и «рациональными», в действительности они становятся крайне иррациональными, в особенности поскольку они используют слово «случай», которое более не сочетается с оценками математически определенной вероятности, в приложении к очень редким единичным событиям более или менее как синоним старого слова «чудо».'

Это обстоятельство также обыгрывается историком Питером Харрисоном в конце статьи '*Что в естественной истории являлось историческим? Случайность и объяснение в науке о жизни*' [20]. Он отмечает, что существует возможность трактовки последовательности маловероятных событий как работы провидения. Харрисон приводит высказывание Августина 'то, что обычно называют «удачей», управляется тайным распоряжением (secret ordinance)', а также цитирует Кальвина

'в том, что нам представляется случайностью, вера видит тайное божественное руководство. На поверхности причины событий разнятся между собою, но следует считать несомненным, что всё в мире совершается по тайному мановению руки Божьей.'

С этой точки зрения Августин и Кальвин по всей видимости не стали бы возражать против

выводов Жака Моно и Стивена Гулда.

В то же время критика физиков остается неконструктивной, поскольку попытки рассмотрения единичных событий в рамках теории вероятностей приводят к ничтожным значениям вероятности. В качестве пример приведу книгу *'Логика случая'* биолога Евгения Кунина [21]. Оценки вероятности абиогенеза настолько малы, что для объяснения возникновения жизни Кунин обращается к параллельным вселенным и антропному принципу:

'спонтанное возникновение сложных систем, которое могло бы считаться практически невозможным в конечной вселенной, становится не только возможным, но и неизбежным в МММ [мир многих миров], хотя априорная вероятность подавляющего большинства историй, происходящих в данной вселенной, исчезающе мала.'

'Согласно гипотезе АХЭ [антропная химическая эволюция], основные элементы системы трансляции, а именно состоящая только из РНК рибосома и избирательные адаптеры, по крайней мере для некоего подмножества из двадцати современных белковых аминокислот, возникли случайно, в соответствии с антропным принципом.'

В заключение я возьму анализ В. В. Налимова из статьи *'Теоретическая биология? Её всё ещё нет....'* [22]. Налимов отталкивается от взглядов Жака Моно:

'Получается, что компактное описание биологических систем, охватывающее всю сложность их поведения, оказывается невозможным. Почему? Ответ на этот вопрос дает Ж. Моно в своей книге «Необходимость и случайность». Он утверждает, что биологические явления нужно описывать не в терминах необходимости, а в терминах случайности.'

Отсюда следует вывод:

'Я бы интерпретировал его слова так: сложность явлений биологического мира такова, что он не может быть описан короче, чем с помощью прямой записи всех наблюдаемых явлений. А по результатам краткой серии наблюдений не удастся записать алгоритм, который бы задавал, хотя бы приближенно, дальнейшее развитие системы.'

'Но беда в биологии состоит вовсе не в том, что мы вынуждены перейти на язык вероятностных представлений, здесь нет ещё ничего страшного, в чем убеждает пример физики. Неприятный сюрприз состоит в том, что, признав природу изменчивости случайной, мы, к своему большому удивлению, лишены возможности использовать привычный вероятностный подход. Ведь статистическое описание возможно, когда по результатам наблюдений, сделанным над малой выборкой, удастся получить некоторое представление о поведении всей возможной последовательности явлений. А в случае с биологической изменчивостью наблюдения над малой последовательностью явления не позволяют высказать каких-либо суждений о дальнейшем поведении системы.'

Я предлагаю такую интерпретацию слов Налимова. На уровне биологической макроэволюции есть последовательность единичных событий, которые задают контингентность эволюции. В этом смысле Гулд и Моно правы, последующие единичные события зависят от предыдущих единичных событий. В то же время в настоящее время нет возможности оценить вероятность происхождения этих единичных событий. Для этого нет необходимой статистики, а также невозможно выбрать правильное пространство событий для оценки такой вероятности на основе теорий физики.

Другими словами, рассмотрение макроэволюции как последовательности единичных событий остается на качественном уровне. В результате не существует возможности проверки результатов мысленного эксперимента Гулда, поскольку известны только результаты прохождения макроэволюции на Земле. Таким образом, заключение Гулда и Моно, а также рассуждения со стороны физиков о закономерности случайности невозможно проверить. Аргументы за и против с разных сторон интересны, поскольку они задают направление обсуждений в эволюционной биологии. С другой стороны, следует набраться терпения и признать, что для разрешения этого спора отсутствуют необходимые данные. Можно только надеяться, что в будущем развитие астробиологии приведет к новым находкам, которые позволят сказать что-то более определенное по этому поводу.

Список литературы

1. Charles S. Peirce, *Naturordnung und Zeichenprozess, Schriften über Semiotik und Naturphilosophie*, 1988, Ilya Prigogine, *Vorwort*, S. 7-10.
2. Thomas Huxley, *The Genealogy of Animals* (1869), in *Collected Essays*, v. 2, 1893.
3. Чарлз Дарвин. *Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь* (1859, перевод с шестого издания 1872). Сочинения, т. 3, 1939.
4. Curtis N. Johnson, *Darwin's Dice - The Idea of Chance in the Thought of Charles Darwin*, 2014.
5. Чарлз Дарвин, *Изменение животных и растений в домашнем состоянии* (1868, перевод со второго издания 1875), Сочинения, т. 4, 1951.
6. Жак Моно, *Случайность и необходимость* (издание по-французски 1970), 2022.
7. J. Monod, *On the molecular theory of evolution*, in *Problems Of Scientific Revolution: Progress and obstacles to progress in the sciences* (The Herbert Spencer Lectures 1973), 1975, pp. 11-24.
8. М. Эйген, Р. Винклер, *Игра жизни*, 1979.
9. I. Prigogine and I. Stengers, *The new alliance*, Scientia 112 (1977). Part One. *From Dynamics to Thermodynamics: Physics, the Gradual Opening towards the World of Natural Processes*, 319-332. Part Two. *An Extended Dynamics: towards a Human Science of Nature*, 643-653.
10. Илья Пригожин, Изабелла Стенгерс, *Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой*, Москва, Прогресс, 1986. Перевод с английского издания 1984 г.
11. Emanuel Bertrand, *A controversy about chance and the origins of life: thermodynamicist Ilya Prigogine replies to molecular biologist Jacques Monod*. *History and Philosophy of the Life Sciences* 45, no. 2 (2023): 21.
12. A. R. Peacocke, *Chance and necessity in the life-game*. *Trends in Biochemical Sciences* 2, no. 5 (1977): N99-N100.
13. Larry S. Yaeger. *How evolution guides complexity*. *HFSP Journal*. 2009; 3(5):328-339.
14. David Sepkoski, "Replaying Life's Tape": *Simulations, metaphors, and historicity in Stephen Jay Gould's view of life*, *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, Volume 58, August 2016, Pages 73-81

15. S. J. Gould, *The evolution of life on the earth*, Revista Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2001, n. 4/5, p. 8 - 13.
16. *The Deep Structure of Biology. Is Convergence Sufficiently Ubiquitous to Give a Directional Signal?* Edited by Simon Conway Morris, 2008.
17. Ian Hesketh, *Counterfactuals and history: Contingency and convergence in histories of science and life*, Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, v. 58, August 2016, Pages 41-48.
18. Д. Б. Лосос, *Удивительная эволюция. Биологическая история Земли в невероятных превращениях и мутациях организмов*, 2017
19. *Letter by Pauli to Bohr of February 15, 1955*. Letter 2015 in: Meyenn, K. von, (ed.) (2001): Wolfgang Pauli. Wissenschaftlicher Briefwechsel, Band IV, Teil III: 1955–1956, p. 105.
20. Peter Harrison, *What was historical about natural history? Contingency and explanation in the science of living things*, Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, Volume 58, August 2016, Pages 8-16.
21. Е. В. Кунин, *Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции*, 2014.
22. В. В. Налимов, *Теоретическая биология? Её всё ещё нет...* Знание–сила 7 (1979), с 9.