

О ТАЙНЕ МИРА – ПУСТЬ ХОТЯ БЫ ЛЕПЕТ

«Химия и жизнь», 1988, № 12, стр. 13-19

Лев Верховский

ГДЕ ПРЕМУДРОСТЬ ВЫШЕ?

...Всякое разумное существо должно проникнуться историей Вселенной.

Необходима такая высшая точка зрения.

К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ

Во второй половине нашего века утвердились представления об эволюции всей наблюдаемой Вселенной. Выяснилось, что, как и живая природа, космос един в своем происхождении — он развился из сверхплотного и сверхгорячего состояния материи, называемого сингулярностью (теория Большого взрыва). Уже в самые первые мгновения выхода из него проступили конкретные и неизменные впоследствии физические законы, составившие вместе с начальным распределением масс и скоростей те начальные условия, которые определили все будущее строение мира, его судьбу. В них потенциально уже содержались атомы и молекулы, звезды и галактики, планеты и живые организмы.

Когда-то верили, что мир был создан за шесть дней всемогущим творцом. Потом, узнав, что все появилось не сразу в своем законченном виде, а произошло из каких-то простых начал, на бога возложили ответственность за исходные состояния и за первые толчки, придавшие движение косной материи. Авторитет божества еще более возрастал — ведь ему нужно было спланировать развитие целого мира на вечность вперед. Так, И. Кант считал, что если Солнечная система была не сразу сотворена, а постепенно сформировалась из примитивной «туманности», то премудрость бога выше.

Полагали, что целью создания мира было появление в нем человека. Это позволяло увязать в единую направленную цепь отдельные звенья небесной и земной эволюции и, кроме того, согласовывалось с религией, видевшей в человеке венец творения. Наука шаг за шагом освободила всевышнего от его «обязанностей». Теория биологической эволюции вроде бы показала, что объяснить поразительную сложность и приспособленность к среде живых организмов можно без всякой телеологии. Но при этом физическая реальность — сцена, на которой разворачивалось биологическое действие, — считалась заданной: жизнь могла возникнуть или нет, а уж физический мир — каков есть, таков есть.

Теперь мы уже можем рассматривать биологическую эволюцию как этап в общем процессе эволюции космоса. Стало ясно, что жизнь появилась как бы на пересечении нескольких сюжетных линий, описанных в сценарии Большого взрыва, причем, как в любом хорошем спектакле, ничего лишнего в нем не было — «все висевшие на стенах ружья выстрелили». Так как нас не устраивает вывод, что желая получить персонаж по

образу и подобию своему, демиург-драматург специально подобрал соответствующие начальные условия, то нам нужно понять, что же их в действительности определило и могли ли они быть другими.

ВСЕ ПОЗНАЕТСЯ В СРАВНЕНИИ

*Если это лучший из возможных миров,
то каковы другие?*
ВОЛЬТЕР

Начальные условия связаны с проблемой сингулярности, в которой поведение вещества и пространства-времени неизвестно. Не ясно также, имеет ли смысл спрашивать, что было до начала расширения. Но, с другой стороны, если наша Вселенная замкнута, то есть плотность вещества в ней больше некоторой критической (а пока она точно не определена), то силы тяготения остановят разбегание галактик, и начнется их сближение, которое завершится Большим коллапсом; за ним опять может последовать взрыв, потом снова коллапс и так далее. Тогда мир становится циклическим, а сама сингулярность — чуть менее таинственной: «настоящее начало» отодвигается в (бесконечное?) прошлое.

По современной теории Великого объединения при огромных энергиях сингулярности существовало одно правзаимодействие, которое с падением температуры расщепилось на известные электромагнитное, слабое и сильное (гравитационное сюда включить пока не удалось). Произошло так называемое спонтанное нарушение симметрии, в котором обязательно присутствовал элемент случайности. Аналогично тому, как находившийся на вершине конической горки шарик скатывается вниз — неустойчивое, но симметричное состояние сменяется устойчивым, но асимметричным: скатиться-то он может только с одной стороны, и ее выбор случаен.

Из этой «шизоидной» теории («шизо» по-гречески — расщепление) вытекает, что определяющие структуру космоса физические силы в каждом цикле расширения могут получаться разными. В частности, могут не совпадать значения физических констант, таких как массы элементарных частиц, скорость света, размерность пространства, постоянная Планка и т. п.

А новейший космологический сценарий говорит, что в самом начале взрыва должно было идти крайне быстрое расширение («раздувание») Вселенной. Состояние ее стало неустойчивым, как у переохлажденной жидкости, а затем произошла «кристаллизация» — образовались изолированные друг от друга области, как бы ячейки пористой структуры, в каждой из которых законы физики тоже могут быть неодинаковыми. Вся видимая вселенная (тогда уже с маленькой буквы) соответствует всего лишь одной такой ячейке.

Итак, сразу по появлении на свет новорожденные миры могут, в принципе, обладать самыми разными свойствами. Так что же, наша родная вселенная — просто один ничем не примечательный мирок из бесчисленного множества других? Чтобы разобраться в

этом, ученым пришлось стать как бы проектировщиками вселенных и мысленно проиграть эволюции миров с другой «наследственностью».

Именно рассматривая известные нам физические законы только в качестве одних из возможных, удалось осознать, как тонко организуют они эту грубую неодушевленную материю, и что, скажем, появление первых атомов не менее удивительно, чем первых бактерий. В самом деле, как получилось, что частицы остывающей плазмы оказались способны образовать такую изящную конструкцию? Это произошло примерно через миллион лет после выхода из сингулярности, когда стало достаточно прохладно, а до этого атомов в нашей вселенной не было. Что это — случайность, закономерность?

Началось изучение характера физических законов. Результаты его оказались интересными и неожиданными. Они заставили по-новому оценить интуитивное прозрение Г. Лейбница, который утверждал, что наша *Uneverſi Machina* устроена наилучшим образом, оптимально. По его мнению, она одновременно и максимально проста логически и богаче всех явлениями (тут-то вольтеровский Кандид и произнес свою саркастическую фразу, вынесенную в эпиграф этой главы).

ДОМ, В КОТОРОМ МЫ ЖИВЕМ

*...И чем случайней, тем вернее
Слагаются стихи навзрыд.*
Борис ПАСТЕРНАК

Поэты и художники во все времена тоже ощущали неординарность нашего мира, «где все дышит взаимным согласием». «Как восхвалить тебя, как выразить твое благородство?» — восклицал Леонардо да Винчи. Церковь усматривала в этом подтверждение цели творения: раз мир создан богом ради человека, и сам он остался доволен своей работой («И увидел Бог, что это хорошо»), то не надо удивляться, что мы находим его столь совершенным. Однако наличие в мире зла создавало противоречие, для устранения которого пришлось добавить мифы о загробной жизни, страшном суде и т. п. — только на том свете справедливость торжествует, и благие намерения создателя проявляются в полной мере.

После победы эволюционных идей вселенская гармония получила новое, вполне научное объяснение: человек — часть природы, он возник в ней, впитал в себя ее законы. Его эстетическое чувство формировалось в ходе эволюции, оно способствовало его выживанию. Существа с другими соображениями о том, что хорошо и что плохо, просто вымерли. Поэтому оценка им окружающей действительности субъективна.

Но вот, когда несколько десятилетий назад физики приступили к сравнительному исследованию целого семейства вселенных, обнаружилось, что кажущаяся гармония имеет также объективную, количественную основу. Они стали изменять значения физических констант и смотреть, к каким последствиям это приведет (здесь мы ссылаемся на книгу одного из пионеров этого подхода доктора физико-математических наук И. Л.

Розенталя «Элементарные частицы и структура Вселенной», М., Наука, 1984 и книгу П. Девиса «Случайная Вселенная», М., Мир, 1985).

Почему постоянные имеют данные значения, теория сейчас не говорит — это просто измеренные величины. Ясно, однако, что эти числа существуют не сами по себе, а взаимосвязаны со структурой динамических уравнений, с видом формул, в которых фигурируют константы, а также с геометрией пространства — времени. Эти зависимости тоже еще не раскрыты. В общей теории относительности сделан только первый шаг — показана связь тяготения с кривизной пространства. Но в первом приближении, считая тип уравнений и геометрии неизменными, можно варьировать только значения коэффициентов.

Обратила на себя внимание странность самого набора чисел: так, масса электрона столь мала по сравнению с массами других частиц, что кажется каким-то случайным выбросом. Вообще говоря, не зная происхождения чисел, нельзя судить об их случайности. Например, изучая первую тысячу знаков числа π , нет никакой возможности отличить эту абсолютно закономерную последовательность цифр от чисто случайной.

Главный же вывод, к которому пришли, заключается в том, что даже небольшие вариации констант, этих *divini numeri* (священных чисел) современной науки, приводят к качественным изменениям в устройстве вселенной: становятся неустойчивыми, исчезают некоторые ее структурные компоненты — атомные ядра, атомы, звезды или галактики, то есть ее содержание обедняется (объективный критерий). Подробный анализ показал, что возникновение жизни в таких «ухудшенных» мирах было бы невозможно: в них не выполняется какое-нибудь необходимое для этого условие. Получается, что наша вселенная обладает тем крайне редким сочетанием постоянных, которое давало шанс появлению разумного существа.

Долгий путь борьбы с религиозным антропоцентризмом прошла наука. Она ниспровергла связанные с ним гео- и гелиоцентризм (Коперник — Галилей — Бруно), и вот теперь человек снова оказывается в центре мироздания, так как сам строй законов природы будто специально предназначен для его существования в ней. Можно сказать, что теология бросила науке новый вызов — необходимо объяснить, почему мир получился именно таким.

Одно из предложенных и ставших популярным объяснений, следующее: мир таков, потому что в нем есть наблюдатель. Где-то в неведомых нам пространствах-временах могут быть другие, менее удачные миры, в которых нет и не могло возникнуть сложных форм жизни и которые, таким образом, остаются без свидетелей. Этот ответ называют антропным космологическим принципом.

Вспоминая, что в разных циклах расширения после очередного взрыва или в разных ячейках «пористой структуры» возможны свои наборы констант, делается вывод, что данное необыкновенное их сочетание возникло случайно. Принятыми в биологии понятиями это можно выразить так: в сингулярности происходят «мутации» констант, в

подавляющем большинстве случаев они «вредны». Такие неудачные универсумы забраковываются отбором. Но изредка «мутации полезны», и тогда получаются жизнелюбивые миры, счастливыми обитателями одного из которых мы и являемся. Здесь мы видим почти полный аналог теории биологической эволюции на основе чисто случайных мутаций и естественного отбора, так сказать, космологический селекционизм.

Понятно, что рассуждение с использованием антропного принципа не совсем обычно, парадоксально: здесь причина (значения констант) объясняется через следствие (наличие наблюдателя). Но, с другой стороны, сама проблема тоже необычна для науки — она всегда выясняла, как устроен мир, а тут вопрос ставится иначе: почему он устроен так, а не по-другому. Это уже метанаучный вопрос. Аналогично тому, как математика строит доказательства, а сами доказательства изучает метаматематика, можно было бы сказать, что это метафизическая проблема, если бы этот термин не имел уже несколько других значений. Антиномии — логические парадоксы — возникают как раз при смешении разных уровней рассмотрения. В данном случае — научного и метанаучного.

ДАВНИЙ СПОР

*Необходимость — наставник и опекун природы...
и узда, и вечный закон.
Леонардо да Винчи*

В картине мира случайность занимает значительное место. Она входит в плоть таких физических теорий, как термодинамика и квантовая механика. Но что в мире есть следствие стихийного стечения обстоятельств, а что проявление необходимости — это обсуждалось с античных времен. Так, из века в век переходил спор о том, может ли случайно рассыпанный шрифт сам сложиться в стих (Данте или Пушкина — в зависимости от эпохи). В жизни человека, его умственной, творческой деятельности роль случайности обычно не преувеличивалась: жизнь коротка, не так много вариантов удастся испробовать. Поэтому упор делался на способности, образованности и т. п.

С новой силой дискуссия разгорелась в теории биологической эволюции. Основана ли изменчивость на чисто случайных и ненаправленных мутациях, или они все же как-то направлены? Но если имеет место последнее, то, значит, внутренняя или внешняя среда каким-то образом влияет на наследственность, и мы сразу приходим к самым главным биологическим проблемам. Особенность биологии в том, что здесь есть в запасе миллионы поколений великого множества особей, на которых можно было проводить статистические опыты — «малая вероятность события компенсируется количеством метаний» (Д. Дидро). Казалось бы, раз вещь возможна, она случается.

Но сейчас уже очевидно, что, например, случайное возникновение белка с заданной последовательностью аминокислот (вероятность этого меньше 10 в минус сотой степени) невозможно и по биологическим масштабам. Поэтому, чтобы строить эволюцию на случайности, требуется показать, что определяющие ее события не столь маловероятны. Именно это пытается сделать современная концепция «нейтрализма», которая

утверждает, что молекулярный фундамент живого достаточно груб, и там не обязательно на нужное место класть нужный кирпичик — их можно кидать как попало, все равно будет работать. Тогда, разумеется, участие слепого случая возрастает.

Споры в биологии продолжаются, есть сторонники как чисто случайной, так и полностью закономерной эволюции, а также различных вариантов синтеза этих крайних точек зрения. Внутренне закономерную эволюцию отстаивал известный географ и биолог академик Л. С. Берг; в 1922 г. вышла его книга «Номогенез, или Эволюция на основе закономерностей» (переиздана у нас в 1977 г.). Теорию, приписывающую ведущую роль случайности, он назвал тихогенезом.

В астрономии тоже происходили похожие дебаты, например, в вопросе о радиусах планетных орбит. Многие — наверное, их тоже можно считать тихогенетиками, — полагали, что они совершенно случайны. В то же время И. Кеплер страстно верил в скрытую закономерность, ища ее во вписанных друг в друга правильных многогранниках, погружаясь в мистику чисел (ясно, номогенетик).

И вот теперь подобная дилемма возникла в космологии, только там, в отличие от всего, что было раньше, допускается даже бесконечное число испытаний. А какая вероятность может считаться слишком малой по отношению к неограниченному числу проб? Значит, становятся осуществимыми любое случайное событие, любая флуктуация (чудо — попросту говоря). Именно поэтому объяснение значений констант как случайности не удовлетворяет — его можно принять, лишь отчаявшись найти более содержательное, связанное с какой-нибудь закономерностью.

Здесь тоже есть свои номогенетики, и, конечно, самой яркой фигурой среди них был А. Эйнштейн. Он говорил: «Что меня, собственно, интересует, это следующее: мог ли бог сотворить мир другим, оставляет ли какую-то свободу требование логической простоты?» Отвечая на этот вопрос и касаясь проблемы значений констант, он так формулирует свое кредо: «Относительно этих последних мне хотелось бы высказать одно предложение... таких произвольных постоянных не существует». По убеждению Эйнштейна, уже чисто логические требования настолько определяют законы природы, что входящие в эти законы константы допускают теоретическое предсказание.

В ПОИСКАХ ПЕРВООСНОВЫ

Первоматерия бескачественна и бесформенна, ибо в ней существуют все формы сразу и потому — ни одной. В этом смысле единственное её положительное свойство — это не быть...

Фома АКВИНСКИЙ

В чем же могут заключаться эти логические требования (метапринципы), которые позволят разгадать «Чудесный строй законов бытия, Явлений всех сокрытое начало» (А. К. Толстой)?

Быть может, понять, почему мир таков, удастся лишь задав вопрос еще более высокого логического уровня (метаметауровня): а почему он вообще существует? Единственно непротиворечивый ответ на него будет, вероятно, заключаться в том, что мир в каком-то смысле не существует — эквивалентен ничто. Ведь если сказать, что икс возник из игрека, то придется отвечать, откуда взялся тот, и так — без конца.

Это старинная идея, что все произошло *ex nihilo* (из ничего). Постепенно она освобождалась от религиозного содержания. В древнеиндийских ведах говорилось: «Поистине не-сущим было вначале все это. Поэтому и спрашивают: «Чем было это не-сущее?». «Мир есть совершеннейший из всего, что может быть сотворено из ничего», — пророчествовал в V в. блаженный Августин. Кант писал, что если сложить все логические основания Вселенной, то результат будет нулевым — «Мир в целом сам по себе есть ничто...»

Сейчас эта гипотеза активно обсуждается уже в понятиях имеющихся физических теорий, хотя установившихся представлений здесь пока нет. Возможны различные формулировки. Например академик АН ЭССР Г.И. Наан выражает ее так: «Ничто не может породить нечто, но оно может породить нечто и антиничто». Интересно, что отсюда сразу вытекает принцип симметрии зарядов, а ведь еще недавно, когда П. Дирак предсказал существование позитрона, и он вскоре был действительно обнаружен, это стало настоящей сенсацией.

Важно, что закон сохранения энергии не запрещает появление всего из ничего — это не требует энергетических затрат. Дело в том, что полная масса замкнутой вселенной равна нулю: из суммы составляющих ее масс вычитается масса, соответствующая энергии всех гравитационных связей — они компенсируют друг друга. Получаются как бы вселенные-невидимки: для тех, кто внутри них — они есть, а для тех, кто снаружи — их нет.

Такое общее требование уже ограничивает вид возможных физических законов: они должны быть такими, чтобы позволить развитие всего из ничего. Но этого, видимо, недостаточно, чтобы однозначно определить их. Можно думать, что те особенности окружающего мира, которые никак не следуют из теории — и столь привычны, что кажутся не требующими обоснования — подскажут, в каком направлении можно искать дополнительные метапринципы.

Одной такой удивительной чертой является способность материи иерархически организовываться — частицы, ядра, атомы, молекулы, тела... А ведь это достигается очень тонкими соотношениями. Например, все архитектурное богатство молекул есть следствие слабого побочного эффекта от электрических взаимодействий в атомах, а наличие целой таблицы Менделеева — такой же подарок от сил, действующих между кварками.

Другая достопримечательность вселенной — «принцип массового производства» (Джордж Томсон). Так, электронов много, и все они одинаковы, то есть порождается ограниченное число сущностей, но каждой — в большом количестве. Все разнообразие

вещей получается их комбинированием. При этом более мелкие блоки соединяются короткодействующими, но сильными связями, более крупные — далекодействующими, но слабыми, тем самым напоминая текст: буквы в словах сцеплены жестко, слова в предложении — свободней, предложения между собой — еще свободней.

Эта унифицированность, упорядоченность, иерархичность в природе были почувствованы еще древними мыслителями и отражены ими в понятии логоса — «Вначале было слово... Все через него начало быть...» Космос — это воплощенный логос и потому — не хаос. Более полно эти черты проявились в органическом мире.

Но ведь, скажем, иерархические структуры постоянно встречаются в совсем другой области — теории информационных процессов и управляющих систем. Судя по всему, есть общесистемные законы, которым подчиняется и сама природа. Эта неясная пока организменность физического мира могла бы, вероятно, определять структуру физических законов. Например, направляя процесс нарушения исходной симметрии, то есть делая его не совсем случайным — «скатывая шарик с горки в нужную сторону».

Но тогда «текстовые» свойства вселенной являются уже не итогом непостижимой флуктуации, а выражением системных закономерностей. Поэтому сами эти свойства могут служить эвристиками для нахождения принципов организации вселенной в целом. Не исключено, что они подведут к тому эйнштейновскому «полностью гармоничному описанию бытия», тому Главному уравнению («Уравнению Великого Ничто»), из которого уже единственным образом будут выводиться не только физические законы, но и значения входящих в них констант.

Роль случайности все равно останется большой. Так, для зарождения жизни требовалась планета с редчайшим сочетанием параметров, и она нашлась случайно. Но общая «музыкальность» мира, ставшая необходимой предпосылкой появления разума, думается, всё же закономерна.

Наверное, здесь же кроется разгадка простоты и познаваемости природы; становится понятным также, почему эстетическое чувство, улавливающее системную гармонию природы, помогает открывать ее законы. Эту гармонию всегда исследовало искусство, которое по-своему знало то, что науке еще предстоит понять.

Итак, если допустить, что одни и те же системные законы определили сначала физическую реальность, а затем — на новом уровне — жизнь, то наше пребывание в этом мире получает более естественную причину, чем это подразумевает антропный принцип, а наше единство с природой становится еще более глубоким.

А может быть, универсум постепенно самоорганизуется, с каждым последующим циклом делаясь все более содержательным. Достигнутое в прошлом не теряется, а становится исходным для нового усложнения, отражается в начальных условиях — «генах» вселенной. Такое самоусовершенствование путем запоминания и передачи информации было бы похожем на биологическую эволюцию.

Все это пока неизвестно, но — и в этом заключается зрелость научной мысли конца второго тысячелетия — метавопросы поставлены. «О тайне мира — пусть хотя бы лепет...» — как сказал Гёте.