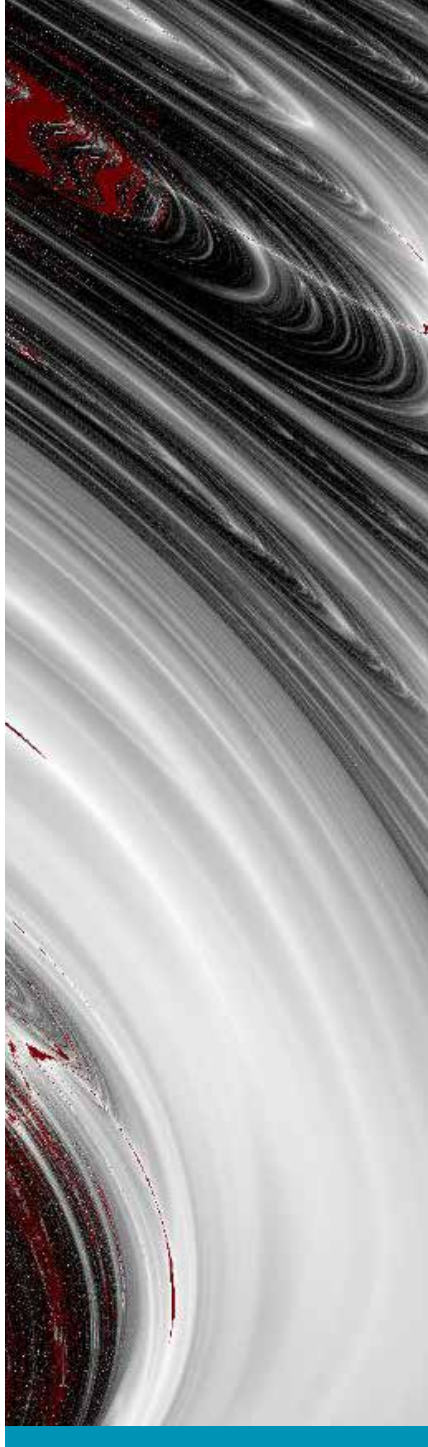




ПРОБЛЕМА ПЕРВОНАЧАЛА

Проблема первоначала космоса имеет важное мировоззренческое значение, так как все прочие явления во Вселенной представляют собой ее дочерние ответвления и производные. Такой же частью всеобщего космического прогресса выступает и каждая человеческая судьба, а также история социума в целом. Все эти динамические процессы в миниатюре несут в себе общие черты времени и развития всего универсума, распадающегося на миллиарды фрагментированных сущностей, которые, подобно новогодним елочным шарам, отражают и несут в себе тысячи копий всеобщей картины эволюции Вселенной. Проникнув в сущность космогенеза, приобщившись и поняв причины, его породившие, можно глубже понять цель и смысл существования и назначения человеческой цивилизации.



Андрей Колесников,
заведующий отделом
информационных
и когнитивных процессов
Института философии
НАН Беларуси, кандидат
философских наук, доцент

Вопрос о первоначалах космогенеза необходимо ставить, несмотря на то, что иногда высказываются соображения о его неактуальности, метафизичности, несвоевременности и надуманности. Тем не менее познание тяготеет к целостному и конечному пониманию мира, в котором существует и развивается общество.

Космогоническая концепция, включающая в обязательном порядке объяснение происхождения Вселенной, содержится во всякой мифологической, религиозной либо философской картине мироздания. Концепция начала есть и в ветхозаветной Книге Бытия. «В начале сотворил Бог небо и землю. Земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездною, и Дух Божий носился над водою. И сказал Бог: да будет свет. И стал свет» (Быт. 1:1–3). Там постулируется начало мира. Тьма, бездна и пустота первоначально озаряются божественным светом. Далее происходит отделение тверди, сотворение неба, субстанции, небесных светил и, наконец, жизни. То есть акт первоначала присутствует, космос представляется не вечным, а имеющим свое начало.

Основоположник космической философии К.Э. Циолковский в своих размышлениях скорее склонен рассматривать Вселенную бывшей в том или ином виде всегда, признавая, однако, ее вечную изменчивость. «Мы намерены доказать, что Вселенная всегда была и будет приблизительно такова, какова она есть и сейчас... Физическая жизнь космоса периодична, то есть повторяется» [1].

Проблема первоначала логически трудноразрешима, так как ставит вопрос о причинной детерминации первопричины, если допустить существование таковой. В современной физической картине мира присутствует акт первоначала Вселенной в образе Большого Взрыва. Вопрос, что было до него, как бы выносится за скобку научного познания со ссылкой на то, что в нем родилось само время, и, таким образом, становится неправомочным, ибо самого времени не было, а следовательно, и не было «до».

Однако нобелевский лауреат Роджер Пенроуз утверждает, что Вселенная проходила множество рождений и возникала много раз [2]. Концепция ученого – это фактически тоже парадигма вечной, но циклической Вселенной, и в этом смысле

его точка зрения созвучна с теорией Циолковского.

Концепции множественных мультивселенных представляют универсум вечным подобием пенящейся субстанции, отдельные пузыри которой порой раздуваются до невероятных размеров. Одним из них представляется наша Вселенная.

С философской точки зрения, проблема первоначала не решена. В данном случае нами не рассматривается множество конкретных физических теорий происхождения мира. В рамках поля философии важен общий когнитивный протоконструкт первоначала, если допустить, что таковое было, а с эволюционных позиций признание данного факта представляется основополагающим. Необходим некий образ, на который можно было бы опереться в своих размышлениях о структуре картины мира, включающей социум и человека. Ибо иначе нельзя построить удовлетворительную и законченную картину человеческой судьбы, социодинамики, которую целесообразно расширить и именовать космосоциодинамикой. Этот терминологический нюанс позволяет не забывать о происхождении и соподчиненности исследуемых явлений и процессов.

С нашей точки зрения, концепт вечной Вселенной хоть и является весьма привлекательным, но все-таки оставляет открытой саму проблему происхождения сущего. Физические аргументы об отсутствии времени до акта начала также несколько искусственны, не отвечают на поставленный вопрос и не создают внятной картины. Нужен логический прототип решения, или, лучше

сказать, когнитивный протоконструкт, способный обозначить путь снятия рассмотренного противоречия первоначала. Это можно сделать на основе предложенной нами концепции несколько видоизмененных чисел, получивших наименование темпоральных. Они не посягают на традиционную, принятую в математическом сообществе теорию чисел, но предлагают взглянуть на это фундаментальное математическое понятие с несколько иной стороны. Темпоральные числа существуют во времени, и, как всякие вещи (Пифагор утверждал, что число подобно вещи), претерпевают постоянные небольшие изменения во времени. В отличие, скажем, от вещественных чисел, темпоральные включают в себя две условные части – номинальную и феноменальную. Первая – это фактически некоторым образом ограниченное вещественное число, которым мы оперируем (а делается это всегда с ограниченным числом, хотя в теории битовая последовательность вещественного числа бесконечна) и проводим расчеты. Однако за пределами номинальной части существует пренебрежимо малая феноменальная. В пределах традиционных представлений это незначимые и неизменные (нулевые), уходящие в бесконечность знаки за пределами требуемой точности наших расчетов. В рамках же концепции темпоральных чисел предполагается, что эти незначимые биты флуктуируют во времени и получают какое-то случайное значение лишь в момент вычислительного акта. Таким образом, темпоральное число всегда уникально и никогда в точно-

сти не равно самому себе. Феноменальная его часть исчезающе мала и не оказывает никакого влияния на сходящиеся и гладкие вычислительные процессы. Но в случае нелинейности эти малые флуктуации приобретают ключевое значение и способны изменить судьбу Вселенной. Идея подобных чисел высказывалась независимо друг от друга нами [3] и швейцарским физиком-теоретиком Николасом Гисиним [4–5], который опирался на концепцию Брауэра.

В проблеме первоначала важен исходный постулат, формулирующий или определяющий, из чего возникла Вселенная. В Евангелии от Иоанна творящей силой выступает слово, причем наделенное важным рекурсивным свойством: «В начале было Слово, и Слово было у Бога, и Слово было Бог» (Ин. 1:1). То есть возникает петля самосотворения. Первоначально есть Слово как символ материализации или воплощения замысла, и этот замысел и есть он Сам – Бог. Бог создает, или рождает, или актуализирует сам себя как творящее начало. Это важный когнитивный элемент, без которого, вероятно, сложно решить проблему первоначала.

Наука может лишь постулировать, что Вселенная возникла из ничего. И вот тут ключевое значение приобретают свойства этого самого ничего. Что оно собой представляет? Как можно его осмыслить?

Гегель в «Науке логики» обосновывает невозможность застывшего абсолютного ничто, утверждая, что оно мыслимо лишь как альтернатива бытия и, следовательно, уже содержит в себе этот потенциал. Равно как и бытие имеет уже в основе

ничто как элемент своей сущности. Бытие и ничто в диалектике Гегеля неразрывны, как свет и тьма. Одно не объяснимо без другого. Невозможно понять или определить, что есть тьма, если в потенции не существует света, ибо тьма есть его отсутствие. В отсутствии света уже содержится потенция его существования, ибо во тьме он отсутствует.

Математически ничто представлено нулем. Это отсутствие числа, количества. Но ноль в каком-то смысле предполагает существование количества, потенциально он тоже количество, в некотором смысле число.

Выше нами уже упоминалось понятие темпоральных чисел, существующих в реальном историческом времени, имеющих номинальную и феноменальную часть. Первая представляет собой собственно само число, его номинал, имя, по которому к данному числу или величине можно обращаться. Вторая не контролируема и подвержена флуктуациям в реальном времени, а ее величина лежит за пределами изменемости, вне зоны чувствительности вычислительных процедур, производимых с номинальной частью числа, но важно, что она существует. Феноменальная часть получает свое конкретное (неизвестное) значение лишь в момент непосредственного вычислительного акта; ее биты можно рассматривать скорее как квантовые кубиты, находящиеся в суперпонираванном состоянии.

Непосредственно в момент наблюдения (акта вычисления) разряды феноменальной части «оживают», принимая значение 0 или 1. Их количество при этом теряется в бесконечности,

да и нет необходимости (и возможности) некоторым образом выявлять и делать эту часть числа видимой. Важно лишь то, что она существует и обладает изменчивостью. Наличие феноменальной части делает все операции с темпоральными числами не коммутативными и не ассоциативными, что не имеет принципиального значения для «гладкой» сходящейся математики, но важно для нелинейных разрывных хаотических динамических явлений и процессов.

Темпоральными могут быть натуральные, целые, вещественные, комплексные, гиперкомплексные – фактически любые числа. Особенно интересен в этом отношении ноль. Номинальная его часть пуста и не содержит никакой величины. Однако за пределами этой пустоты располагается флуктуирующая феноменальная часть. Это не имеет существенного значения для традиционной арифметики и «гладкой» математики. Хотя, строго говоря, свойства нуля изменяются. На ноль становится теоретически можно делить. Он приобретает некую вещественность, что делает его полноценным, не выпадающим из общей канвы числом. Малость феноменальной части и ее флуктуации приобретают значение лишь в сочетании с нелинейностью, которая, подобно мощной линзе, способна многократно увеличивать флуктуирующее ничто, превращая его в разнообразные сложные полноценные структуры. Этот подход на данном этапе представляется едва ли не единственным возможным способом решения проблемы первоначала.

В качестве инструмента выражения и трансляции пара-

дигмальных смыслов нами был предложен метод когнитивных протококонструктов. Причем в рамках развиваемой концепции киберкосмизма [6] последние представлены в форме особым образом разработанных континуальных игр клеточных автоматов с нелинейными правилами перехода. Задача в данном случае заключается в том, чтобы с их помощью из ничего произвести сложные саморазвивающиеся клеточные структуры. Самый первый вопрос, возникающий при ее решении: где взять ничто? Если просто в качестве исходной конфигурации поместить в ячейки клеточного поля очень маленькие числа, это будет в какой-то степени обманом. Поэтому нужен некий способ генерации, воссоздания ничто именно в той форме, которая была заявлена нами ранее. Невольно всплывают поэтические строки Николая Гумилева: «...искать увянувшие розы и слушать мертвых соловьев...».

Получить ничто можно как раз-таки из невозможных в традиционном математическом мире так называемых симметроидов. Разработанные нами их модели (рис. 1) представляют собой континуальные синхронные клеточные автоматы, конфигурации которых возникают из одной исходной клетки, куда помещается изначально некоторое случайное число между нулем и единицей. В нашем случае симметроид будет выращиваться также из ничего. В качестве стартового значения предполагается использовать значение выражения ноль в степени ноль. Поскольку имеются в виду темпоральные нули, то фактически речь идет о возведении исчезающе малого числа в исчезающе малую степень – почти нуля в почти нулевую

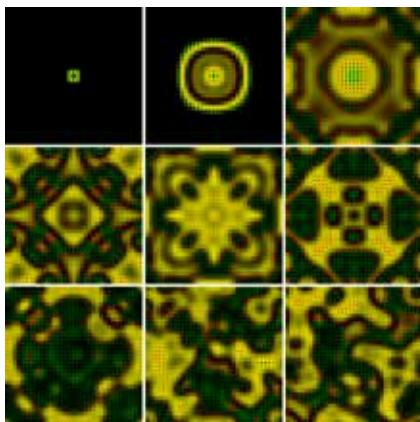


Рис. 1. Континуальный клеточный симметроид в различных фазах своего развития: от возникновения к дистинктивным структурам

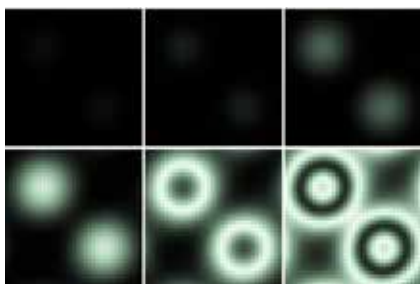


Рис. 2. Возникновение клеточной Вселенной из темпоральных нулей

степень, в результате чего мы получим почти единицу. Она и будет стартовым значением.

Правила взаимодействия ячеек этих автоматов содержат нелинейность в форме унитарного отображения, способного переходить к хаосу через серию бифуркаций удвоения периода по сценарию Фейгенбаума [7]. Поскольку правила перехода (формулы) для всех клеток одинаковы, а исходная клетка одна, то теоретически симметроиды должны оставаться центросимметричными неограниченно долго. В реальности же они самопроизвольно распадаются, достигнув определенного уровня развития. Этого происходить принципиально не должно. С точки зре-

ния традиционной арифметики, симметрия должна сохраняться неограниченно долгое время. В данном случае срабатывает как раз погрешность операций с плавающей точкой, которую с долей условности можно рассматривать как проявление темпоральных свойств чисел. Поэтому теоретически несуществующую разницу между центросимметричными элементами растущего симметроида мы возьмем в качестве основы для модели флуктуирующего феноменального ничто.

Суть всего алгоритма сведется к следующему. Первоначально из нуля в нулевой степени выращивается классический симметроид. В симметричной фазе его роста несуществующая разность между элементами матрицы $a[i][j]-a[n-i+1][n-j+1] \rightarrow 0[i][j]$ записывается в соответствующие ячейки чистого игрового поля (матрицу размером $n \times n$), заполненного темпоральными нулями (точнее, их floating point-аналогами). После этого к чистому игровому полю начинает применяться рекурсивная процедура тех же нелинейных правил перехода, которые использовались при выращивании симметроида.

Некоторое время ожидаемо ничего не происходит (теоретически ничего и не может происходить, ибо вычислительные действия осуществляются с нулевыми элементами). Однако через некоторое количество шагов на матрице начинают проявляться структуры (рис. 2). Они уже не столь симметричны, как исходный симметроид, но несут в себе искаженные следы центральной симметрии. Структуры развиваются, растут и занимают все пространство матрицы.

В дальнейшем симметрия конфигурации полностью распадается и превращается в эволюционирующие дистинктивные (различные, от англ. distinction) системы.

В нашем примере клеточная Вселенная возникла из ничего, так как никаких чисел в ячейки исходной матрицы мы не помещали. Она заполнялась арифметически несуществующим модулем разности равных чисел, к которому применялась одинаковая рекурсивная нелинейная процедура. В результате рождалась новая «невозможная» клеточная Вселенная.

Таким образом, предложенную модель можно рассматривать как когнитивный протоконструкт возникновения нечто из ничего на основе нелинейной темпоральной арифметики. Проведенный эксперимент можно интерпретировать как демонстрацию и доказательство принципиальной темпоральности объективной арифметики универсума, определяющей весь последующий эмерджентный характер его развития, включая высшую фазу космогенеза.

Проблема первоначала имеет тесную связь с проблемой самозарождения «я» в рождающемся животном организме и разумном существе. Социум как система множественных «я» – рефлектор, многократное отражение и самоповторение космоса. Рождается человек – рождается космос. Таким образом, метафизика первоначала космоса и «я» должны обладать свойствами подобия. Космос многократно перерождается и воспроизводится в когнитивных субъектных копиях возникающих индивидуальностей. Поэтому проблема первоначала космогенеза имеет прямое отношение к природе «я», а через нее

и к проблеме природы сил, формирующих и движущих космо-социодинамические процессы.

В контексте эмбриональной аналогии исходный клеточный симметроид может интерпретироваться или играть роль растущей клеточной структуры зародыша, в которой постепенно возникает душа, ощущение самого существования – «я». Сама по себе система клеток еще не является организмом в полном смысле слова, а тем более зачатком разумного существа. Эмбрион становится таковым, лишь обретая субъективное переживание собственного существования или, по крайней мере, потенцию такого переживания. Сколь далеко может простираться данная аналогия на космос, пока сказать сложно, но то, что потенциальная рефлексивность уже заложена в первоосновы устройства Вселенной, следует признать фактом. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Циолковский К.Э. Космическая философия. Живая Вселенная / К.Э. Циолковский. – М., 2017.
2. Пенроуз Р. Циклы времени. Новый взгляд на эволюцию Вселенной / Р. Пенроуз. – М., 2014.
3. А.В. Колесников, С.Н. Сиренко, Г.Г. Малинецкий. Хаос и трансформация категории времени в постнеклассической науке // Философия науки. 2019. №1. С. 35–56.
4. Gisin N. Real Numbers are the Hidden Variables of Classical Mechanics / N. Gisin // <https://arxiv.org/abs/1909.04514>.
5. N. Gisin. Mathematical languages shape our understanding of time in physics // Nature Physics. 2020. №16. P. 114–116
6. Колесников А.В. Киберкосмизм. Цифровая философия темпорального универсума / А.В. Колесников. – Минск, 2022.
7. М. Фейгенбаум. Универсальность в поведении нелинейных систем // Успехи физических наук. 1983. №2. С. 343–374.

ТРЕХМЕРНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КЛЕТОК И БИОПРИНТИНГ

Аннотация. Представлены подходы к формированию плоских и объемных клеточных паттернов с применением метода биопринтинга, обсуждаются особенности трехмерного культивирования, когда за счет более интенсивных межклеточных взаимодействий у клеточного ансамбля появляются свойства, нехарактерные для одиночных клеток, создаются условия, необходимые для возникновения процессов самоорганизации в системе взаимодействующих клеток, трансформации в тканеподобные и органоподобные структуры. Современные методы биопринтинга позволяют увеличить производительность этих процессов путем инженерного внесения дополнительных уровней организации.

Ключевые слова: трехмерное клеточное культивирование, гидрогели, биопринтинг.

Для цитирования: Денисов А., Пашкевич С. Трехмерное культивирование клеток и биопринтинг // Наука и инновации. 2023. №11. С. 27–31. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-11-27-31>

Методы *in vitro* активно применяются в биомедицине при моделировании патологических процессов, разработке новых лекарственных препаратов и методов клеточной терапии, в биоинженерии. При культивировании клетки помещаются в питательную среду в специализированном инкубаторе с контролем уровней CO₂, pH и температуры для поддержания условий, необходимых для их жизнедеятельности.

Классические подходы основаны на их выращивании на плоской (2D) жесткой поверхности – на дне луночного планшета или чашки Петри. Такие условия далеки от естественной физиологической среды

УДК 57.086.83