МИР КАК СВЕРХБОЛЬШОЕ КОНЕЧНОЕ ЧИСЛО

Р.Ф. Полищук

Астрокосмический центр Физического института имени П.Н. Лебедева

Поскольку математической актуальной бесконечности нет в физическом мире, а обобщением числа является матрица, эволюцию Вселенной можно описать действием зависящей от времени почти бесконечной, но конечной матрицы на почти бесконечномерный, но конечный вектор, описывающий её мгновенное состояние. Но реальная система испытывает бифуркации, так что детерминированы только их вероятности: иначе у нас как части Вселенной не было бы никакой вообще свободы воли как свободы выбора из наличных вариантов и создания новых возможностей. Ведь человек создаёт по законам природы свой мир, которого до него не было.

Ключевые слова: Вселенная, натуральное число, планковские масштабы, гравитация, физические взаимодействия.

Метафизика (буквально – после физики) есть наука о *сверхчувственных* принципах и началах бытия. *Бытие* есть *объективная реальность*, существующая независимо от сознания у элемента социума, социального существа. *Сознание* как со-знание имеет отношение к *знанию*, которое представляет собой проверенный общественно-исторической практикой и удостоверяемый логикой *результат процесса познания действительности* в виде представлений, *понятий*, суждений и теорий. Эти определения известны из энциклопедических словарей. *А развивающееся понятие* мы отождествляем с наукой.

Вселенная есть *весь существующий мир*, безграничный, но конечный во времени и пространстве (а сами эти понятия имеют конечный предел применимости: не всегда есть чему «тикать», отмеряя время, и куда продолжаться в пространстве) и почти бесконечно разнообразный по формам, которые принимает *материя* в процессе своего развития [1. С. 253]. При этом *время* понимается как атрибут, всеобщая форма бытия материи, как *поток длительности*, текущей равномерно и независимо от каких-либо процессов в мире [1. С. 94]. *Пространство* наряду со временем тоже есть всеобщая форма бытия материи, её важнейший атрибут: в мире нет пространства-времени (*мира событий* общей теории относительности) самих по себе, вне и независимо от материи.

Что такое *материальный мир*? Для Пифагора мир есть *число*. При этом Пифагор понимал число чисто онтологически как число именованное, как некую *реальность*. В частности, у Пифагора *единица* как реальность *не есть число*, и другие числа приобщаются к реальности через их соотношение с единицей. Мир един, и в этом смысле есть тоже некая единица.

Напомним противоречащие Пифагору аксиомы Пеано натуральных чисел, без которых нет математики как языка физики (а физика в самом широком смысле слова есть наука как таковая о всей природе как таковой). *1 есть натуральное число. Для каждого натурального числа есть одно последующее. 1 не является последующим числом. Если равны два последующих числа, то равны и предыдущие. Если подмножество чисел содержит 1 и для каждого числа содержит и его последующее, то оно совпадает со множеством всех натуральных чисел* (аксиома полной математической индукции). Иначе говоря, натуральные числа образуют *бесконечную* дискретную последовательность, имеющую начало и не имеющую конца, разветвлений и циклов. Бесконечность множества натуральных чисел очевидна: ведь в их конечном множестве было бы наибольшее, к которому можно добавить единицу и получить последующее число. И если наш мир бесконечен, то только потенциально (как растущая конечность), но не актуально. Ведь *актуальной бесконечности в природе не существует* [2. С. 457]. Следовательно, бесконечное множество элементов мира типа атомов Демокрита или элементарных физических частиц есть *математическая* идеализация *физического* мира: актуальная бесконечность существует только *умозрительно* и не дана ни в каком наблюдении или физическом эксперименте (*финитизм Гильберта*). Заметим также, что образ мира как *множества элементарных частиц* должен учитывать также и их *взаимодействие* (ведь даже масса двойной звезды из одинаковых звёздных компонент меньше, чем удвоенная масса одной звезды). Ещё заметим, что сумма массы-энергии материи мира как источников его гравитационного поля и их отрицательной потенциальной массы-энергии равна нулю (при этом для всех правильных уравнений физики имеем и закон сохранения источников).

Обобщением понятия числа является вектор – в том числе с бесконечным числом компонент вроде комплексной волновой функции, содержащей бесконечное количество информации. Если мгновенное искривлённое 3-пространство в теории Эйнштейна (где гравитация – это кривизна пространства-времени) разбить на плоские тетраэдры (каждый определяется шестёркой его сторон как точка 6-мерного пространства), то получим счётно бесконечномерную скелетную геометрию пространства, аппроксимирующую его непрерывную 3-геометрию. Напомним, что бесконечное число 2 в степени счётной бесконечности имеет мощность континуума – это мощность множества подмножеств счётного множества. Возникающая затем последовательность бесконечностей аппроксимирует соотношение *сверхбольших конечных чисел* физического мира. Но физическое содержание квантового пространства-времени ограничено известными планковскими интервалами пространства (примерно 10 в степени минус 33 сантиметра) и времени (примерно 10 в степени минус 43 секунды), образованными тремя фундаментальными физическими константами (постоянные Планка, Ньютона и скорость света). Можно, в частности, считать, что *непрерывного времени нет*, а есть только *множество пространств* как некая кинолента кадров, сменяющихся с планковской частотой. Из квантового принципа неопреде-

лённостей следует, что существование минимального (планковского) интервала времени влечёт ограничение снизу неопределённости полной массы-энергии Вселенной. Отсутствие актуальной бесконечности в природе означает, что эта полная масса-энергия конечна. А поскольку существующие физические взаимодействия (сильное, электро-слабое и гравитационное) возникли при распаде единого физического взаимодействия (13,7 миллиарда лет тому назад в эпоху Большого взрыва), эти три константы возникли из неизвестной пока *единой фундаментальной физической константы* и как-то друг с другом связаны.

Вектор изменяется при умножении матрицы на этот вектор. Поэтому эволюцию Вселенной можно в принципе описать действием бесконечной квадратной матрицы на бесконечный вектор, описывающий мгновенное состояние Вселенной. Матрица есть обобщение понятия числа, и в этом смысле зависящую от координаты времени бесконечную матрицу, действующую на бесконечный вектор, можно считать обобщённым числом как образом эволюционирующей Вселенной. Поскольку физический мир дискретен, а актуальной бесконечности в природе не существует, следует от бесконечных чисел перейти к сверхбольшим конечным числам. Например, горизонт наблюдаемой расширяющейся Вселенной (это примерно 10 в степени 28 сантиметра: более далёкие галактики удаляются от нас со сверхсветовой скоростью и не видны) – это примерно 10 в степени 41 планковских длин. Бесконечно большие и бесконечно малые числа существуют только в математическом идеализированном описании физического мира.

Поскольку масса наблюдаемой части Метагалактики равна примерно 10 в степени 56 грамм (это более 100 миллиардов галактик с более 100 миллиардами звёзд в каждой при массе средней звезды типа Солнца 2 на 10 в степени 33 грамма плюс тёмная материя и тёмная масса-энергия, дающие ещё примерно один порядок), её сжатие до предельной планковской плотности (5 на 10 в степени 93 грамма в кубическом сантиметре) даст 3-сферу радиуса кривизны около 10 в степени минус 13 сантиметра. Таков радиус предполагаемого «первоатома Леметра», с которого началось наблюдаемое расширение Вселенной.

В теории струн мир состоит не из нуль-мерных мировых точек, но из одномерных струн планковского масштаба. Теория бран (*M*-теория) обобщает размерность струн до размерности бран. Квантовая теория пространства-времени говорит о 10-мерности мира (и о размерности 11 в *M*-теории). Это означает, что «точки» планковского масштаба (пространственные «атомы») имеют дополнительные внутренние размерности числом 6. Все элементарные частицы суть различные резонансные моды колебания струны. В этом смысле все частицы – различные состояния одной и той же частицы: так современная физика соединяет единое и многое. Вспомним, что у Демокрита весь мир – это атомы и пустота, а душа состоит из особо тонких атомов. На самом деле душа – не субстанция, но атрибут состоящего из субстанции человека, душа – это не «что», но «как», *функция* жизнедеятельности разумного человека, где разум – дополнительная способность адаптации человека

к окружающему миру. А жизнь – это *поток негэнтропии (упорядочения), обеспечиваемый самокоррекцией наследственного кода при условии притока свободной энергии* [3. Р. 141–151].

Идея мировой динамики содержится в *фейнмановском интеграле по путям эволюции физической системы*: суммируя все пути возможной эволюции из одного её состояния в другое, получаем наиболее вероятную эволюцию, отвечающую принципу экстремума действия (интеграла по пространству-времени от плотности лагранжиана системы). А человек – это космическое существо, естественно рождённое эволюцией космоса по закону космоса. Ключ к пониманию появления человека – в теории сложности: потенциальная сложность системы из N элементов имеет порядок N в степени N , то есть растёт много быстрее экспоненты с ростом числа элементов. Низкоэнтропийное солнечное излучение (4 мегатонны массы-энергии в секунду, из которых 2 кг света падает на Землю, при этом масса одного фотона оптического диапазона равна примерно 10 в степени минус 33 грамма) перерабатывается земной биосферой в излучение высокоэнтропийное и поддерживает сложность биосферы. Человек – естественно возникший *фокус естественно самоорганизующейся сложной природы*. Поскольку в Метагалактике порядка 10 в степени 23 планет, редкие вспышки разума в космосе, предполагающие сочетание ряда условий для своего появления (температура, давление, гравитация, сложность молекул, их количество и т.д.) *структурно устойчивы* (например, структурно устойчива и нульмерная точка пересечения трёх 2-плоскостей в 3-пространстве всех его точек, где плоскости отвечают различным наложенным ограничениям на их расположения). При этом нет смысла искать братьев по разуму, если до них сотни или тысячи световых лет: выход в чуждый жизни космос заставит, вероятно, человека всё больше ценить Землю как родной дом человечества. Пусть космос осваивают только автоматы: накладно выносить часть земной среды обитания за пределы Земли.

Единое физическое взаимодействие после Большого взрыва распалось на сильное, электро-слабое и гравитационное. Сильное взаимодействие описывается введённым в 1935 году *потенциалом Юкавы*: $Cr^{-1} \exp(-r/r_0)$, где $r_0 = 10^{-13}$ см. Электромагнитное и гравитационное взаимодействия описываются уравнениями Максвелла и Эйнштейна, которые запишем (в том числе с использованием оператора Лапласа) в виде (в правой части – электрический ток и введённый нами автоматически сохраняющийся тетрадный ток [5]):

$$\delta dA \equiv -\nabla^\mu (\partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu) dx^\nu = 4\pi J$$

$$\delta de_a = 8\pi G S_a$$

$$S_a = S_{a\mu} dx^\mu, \delta S_a = -\nabla^\mu S_{a\mu} = 0$$

$$\Delta e_a \equiv (\delta d + d\delta)e_a = -\nabla^2 e_a + (8\pi G/c^4)(T_{a\mu} - 1/2 T e_{a\mu}) dx^\mu$$

То же словами: *кодифференциал дифференциала электромагнитного вектор-потенциала равен электрическому току, а кодифференциал дифференциала тетрадного поля равен тетрадному току*. При этом в случае вакуума тензор материи пропорционален космологическому члену, а саму материю можно считать результатом распада изначального сверхплотного «вакуума», определяемого известным уравнением состояния (давление есть плотность со знаком минус). Введённая нами концепция автоматически сохраняющихся тетрадных токов *решает проблему законов сохранения в гравитации*. Полезно сравнить это с известным неверным утверждением, что в искривлённом пространстве-времени не существует четырёх интегралов движения, и «в связи с этим понятия энергии и импульса, вообще говоря, не определены в ОТО» [4. С. 448]. На самом деле они нами давно определены [5].

Волновое уравнение для релятивистской частицы со спином $\frac{1}{2}$, электрическим зарядом e и массой m в электромагнитном поле с вектор-потенциалом A_μ описывается уравнениями Дирака с гамма-матрицами Дирака в виде

$$i\gamma^\mu(\partial/\partial x^\mu + ieA_\mu)\psi - m\psi = 0.$$

Это уравнение инвариантно относительно локальных калибровочных преобразований

$$\begin{aligned}\psi'(x) &= e^{i\Lambda(x)}\psi(x) \\ A'_\mu(x) &= A_\mu(x) - \frac{1}{e} \frac{\partial\Lambda(x)}{\partial x}\end{aligned}$$

Удлинённую частную производную в уравнении Дирака можно считать ковариантной производной, а электромагнитное поле с удовлетворяющим уравнениям Максвелла вектор-потенциалом можно считать компенсирующим полем, обеспечивающим справедливость уравнений Дирака относительно калибровочных преобразований, в которых экспоненциальный множитель локализован, то есть зависит от локальных координат мировой точки (от времени и трёх пространственных координат). Уравнения Эйнштейна локализуют метрический тензор, который в плоском мире может быть постоянным.

Книга Ньютона *Philosophiae naturalis principia mathematica* издана в Лондоне в 1687 году. Она дала первую научную картину мира и показала, что знание начинается с абсолютизации и последующей релятивизации и локализации исходных научных понятий. У Ньютона [6. С. 30] *«абсолютное, истинное математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью. Относительное, кажущееся или обыденное время есть точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя,*

совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год. *Абсолютное пространство* по самой своей сущности, безотносительно к чему-либо внешнему, остаётся всегда одинаковым и неподвижным. *Относительное* есть его мера или какая-либо ограниченная часть, которая определяется нашими чувствами относительно некоторых тел и которое в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное».

Без абсолютизации понятий пространства и времени Ньютоном не было и их релятивизации Эйнштейном с переносом абсолютности на четырёхмерный мир точечных событий как на более общее понятие.

Квантовая теория пространства-времени заменяет точки конечными планковскими масштабами с внутренними дополнительными измерениями. Поскольку собственным значением квантового оператора скорости является только плюс-минус скорость света, световые образы и световое 2+2 расщепление мира событий являются первичными по сравнению с обычным делением мира на одномерное время и 3-пространство. Соответствующий *диадный формализм* был впервые предложен в 1971 году мною [7], а в 1973 году он независимо предложен в работе [8] как *формализм Героча–Хелда–Пенроуза* (GHP-formalism).

Задача построения единой теории физических взаимодействий, распавшихся на наблюдаемые сильное, электро-слабое и гравитационное, до сих пор не решена. Мы предлагаем следующую гипотезу: *потенциал электромагнитного и гравитационного взаимодействий имеет вид потенциала Юкавы, но с постоянным расстоянием, равным радиусу горизонта мира событий – 10 в степени 28 сантиметра*. Эта гипотеза не противоречит наблюдениям, но сближает виды потенциалов всех физических взаимодействий и фактически ограничивает бесконечное пространство-время до его сверхбольших, но конечных масштабов: ведь в физическом мире, вероятно, нет ни бесконечно больших, ни бесконечно малых значений каких-либо физических параметров.

Если пространство-время есть 4-сфера, то расширение Вселенной закончится на классическом уровне коллапсом на противоположном месту начала расширения «полюсе» (некий «конец света» как начало какого-то нового состояния с другим пространством-временем), а на квантовом уровне – более сложной картиной на языке квантовой теории многомерного квантового пространства-времени как возбуждённого физического многомерного вакуума, выбирающего и свою размерность как динамического параметра физической теории.

Поскольку математической актуальной бесконечности нет в физическом мире, а обобщением числа является матрица, эволюцию Вселенной можно описать действием зависящей от времени почти бесконечной, но конечной матрицы на почти бесконечномерный, но конечный вектор, описывающий её мгновенное состояние. Данные Коши (мгновенное состояние физической системы и его ростки) однозначно описывают всю её эволюцию.

Но реальная система испытывает бифуркации, так что детерминированы только их вероятности: иначе у нас, как части Вселенной, не было бы никакой вообще свободы воли как свободы выбора из наличных вариантов и создания новых возможностей. Ведь человек создаёт по законам природы свой мир, которого до него не было.

ЛИТЕРАТУРА

1. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1988.
2. Гильберт Д. Познание природы и логика (1930). Избранные труды: в 2 т. – Т 1. – М.: Факториал, 1998.
3. Polishchuk R.F. // *Fundamentals of Life* / eds. G. Palyi, C. Zucchi and L. Caglioti. Elsevier and Accademia Nazionale di Science. Lettere ed Arti (Modena). – Paris, 2002.
4. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
5. Polishchuk R.F. Tetrad Currents in General Relativity. *Gravitation and Cosmology*, 2(3), 123-129 (1997).
6. Ньютон И. Математические начала натуральной философии (Лондон, 1687). – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
7. Полищук Р.Ф. М.: ГАИШ МГУ, 1971; Полищук Р.Ф. Диадные компоненты тензора кривизны // Вестн. Моск. ун-та, «Физ., Астрон.». – 1972. – 13. – Р. 612–613; Полищук Р.Ф. Диадный подход к общей теории относительности, ДАН СССР. – 1973. – 209. – Р. 76–79; Полищук Р.Ф. Изотропные пфаффовы системы пространства-времени с кручением, ДАН СССР. – 1974. – 217. – Р. 1037–1040.
8. Geroch R.A. Held and R. Penrose // *Journal of Mathematical Physics*. – 1973. – 14. – Р. 874–881.

THE WORLD AS A SUPER-LARGE FINITE NUMBER

R.F. Polischuk

Since there is no mathematical actual infinity in the physical world, and matrix comes as generalization of a number, the evolution of the universe can be described by the action of a time-dependent almost infinite but finite matrix on an almost infinite-dimensional but finite vector describing its instantaneous state. But a real system undergoes bifurcations, so only their probabilities are determined: otherwise we, as part of the Universe, would have no free will at all in terms of a freedom of choice from available options and creation of new opportunities. After all, man follows the laws of nature in creating a world of their own, which did not exist before that man.

Key words: Universe, natural number, Planckian scale, gravity, physical interactions.