

АНТРОПНАЯ ТЕОРИЯ КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕЛОСТНОГО МИРОПОНИМАНИЯ (памяти Леонида Павловича Станкевича)

В. Я. Попов

Липецкий государственный технический университет

Поступила в редакцию 2 июня 2014 г.

Аннотация: в статье обозначен научно обоснованный подход к проблеме целостности миропонимания в свете последних открытий в области элементарной и теоретической физики. Рассматриваются история появления антропного принципа в физике конца XX в. и его мировоззренческая и междисциплинарная значимость. Приводятся различные типы и трактовки антропного принципа: сильный, слабый, синергетический. Приводятся значения мировых констант и описывается их значимость в устойчивом существовании Вселенной. Намечается смысловое единство светских, религиозных и научных взглядов на проблему появления Вселенной и человека.

Ключевые слова: целостность, антропный принцип, бозон Хиггса, мировоззрение, миропонимание, теория «Большого взрыва», мировые константы, мировоззренческое единство науки, философии и религии.

Abstract: scientifically reasonable approach to a problem of integrity of outlook in the light of the latest discoveries in the field of elementary and theoretical physics is designated. Various types and treatments of the anthropic principle are given: strong, weak, synergetic. Values of world constants are given and their importance in steady existence of the Universe is described. The semantic unity of secular, religious and scientific views on a problem of emergence of the Universe and the person is planned.

Key words: integrity, anthropic principle, Higgs's boson, «Big Bang» theory, world constants, unity of science, philosophy and religion.

Только мелко мыслящий человек может противопоставлять науку и религию. Они не противоположны, а являются лишь двумя способами познания мира, Вселенной, Творческого Разума, царящего в ней, безусловно, куда более высокого, чем человеческий, и поэтому постижимого для нас лишь частично...

 61

А. Эйнштейн

Современная система знаний о мире представляет собой некую фрагментированную совокупность теорий и фактов, собираемых различными направлениями естественных и гуманитарных наук, философии и т.д. Данная ситуация сложилась довольно давно, поэтому разговоры о причинах разделения системы знаний на конкретные отрасли знания не могут быть продуктивными. В данной ситуации нас больше интересует

вопрос о том, а не пора ли достижения всех направлений миро- и человекознания объединить на каком-либо общем основании. Конечно, можно говорить и том, что дальнейшее развитие специализированных наук еще далеко не исчерпано и есть направления для дальнейшего роста. Но не замечать некий общий знаменатель, появившийся уже достаточно давно, было бы тоже не правильно.

Итак, появление антропного принципа в физике второй половины XX в., необходимо осмыслить в поле гуманитарных наук и философии.

А предварительно – о самом предмете. Термин «антропный принцип» появился в 1972 г. и связан с именем американского физика Брендона Картера. Антропный принцип утверждает, почему в наблюдаемой нами Вселенной имеет место ряд нетривиальных соотношений между различными фундаментальными физическими параметрами, которые способны привести к образованию разумной жизни. Мы видим Вселенную такой, потому что только в такой Вселенной мог возникнуть наблюдатель, человек. Часто выделяют сильный и слабый антропные принципы.

Слабый антропный принцип заключается в следующем. Во Вселенной встречаются разные значения физических величин, но наблюдение некоторых значений более вероятно, поскольку в регионах, где величины принимают некоторые значения, жизнь более возможна. Обратимся сперва к слабому антропному принципу. Речь идет об объяснении выделенности той космологической эпохи, в которую во Вселенной существуют разумные существа, при условии, что их возникновение в принципе возможно в ту или иную эпоху, т.е. не противоречит законам природы и общему характеру космологической эволюции. Совпадение двух указанных «больших чисел» при этом перестает быть загадочным, поскольку задает по порядку величины тот замечательный возраст Вселенной, при котором выполняются необходимые условия существования «наблюдателей»: наличие тяжелых элементов и достаточного количества поставляющих энергию звезд. Не следует поэтому удивляться, что мы живем именно в данную космологическую эпоху и, стало быть, фиксируем указанное численное совпадение; в другую эпоху мы бы отсутствовали по ряду убедительных физических причин, и значения, которые уже не совпадали, остались бы незафиксированными. Более того, не следует стараться объяснить совпадения «больших чисел» иным способом, например по образцу Дирака. Всякая попытка этого рода может направить исследование по ложному пути ввиду игнорирования слабого антропного принципа – в этом и состоит суть аргументов Дикке против гипотезы Дирака.

Итак, слабый антропный принцип принимает как данность законы природы, численные значения фундаментальных констант и текущих космологических параметров, констатируя, однако, привилегированность (в указанном выше смысле) нашего положения во Вселенной.

Сильный антропный принцип объясняет: Вселенная должна иметь свойства, позволяющие развиться разумной жизни. Он идет дальше и указывает на специфичность самой Вселенной, которую мы населяем. Оказывается, для устойчивого существования основных структурных

элементов нашего высокоорганизованного мира (атомов, ядер, звезд, галактик) необходима очень тонкая «подгонка» ряда численных величин физических констант: даже небольшое мысленное варьирование одной из них приводит к резкой потере этой устойчивости или выпадению определенного критического звена эволюции, порождающего данные элементы. В свете проведенных целым рядом физиков оценок «благоприятное» прохождение эволюции через все критические этапы – от космологического нуклеосинтеза до образования галактик и звезд и, в конечном итоге, рождения жизни и разума в окрестности одной из них – оказывается почти невероятным. Однако тот факт, что оно все же состоялось, заставляет заключить, что условия, необходимые для этого и задаваемые во многом именно спектром численных значений фундаментальных физических и космологических параметров, были с самого начала «обеспечены» с высокой точностью. Эти соображения, выглядящие непривычно в научном контексте и способные, вероятно, вызвать протест, можно понимать по-разному. Отсюда весьма широкий спектр интерпретаций сильного антропного принципа. Прежде всего, к приведенной выше его формулировке можно отнестись как к метафоре. При таком, наиболее корректном, как мы считаем, подходе антропный принцип не утверждает, что если бы Вселенную некому было наблюдать, то она не существовала бы. Однако поскольку «наблюдатели» налицо, Вселенная должна быть такой, какова она есть. Заметим далее, что в сильном антропном принципе в этом смысле не так уж много «антропного». И. Л. Розенталь обоснованно считает, что в данном случае вообще можно исключить ссылку на познающего субъекта из соответствующих высказываний [1]. Ведь здесь речь идет не о том, что выделяет разумную жизнь из неживой природы, а о том, что объединяет их на том уровне (атомном и ядерном), где нет еще различия между живым и неживым. Реальное физическое содержание, выражаемое сильным антропным принципом, строго говоря, исчерпывается представлением о неустойчивости фундаментальной структуры материального мира к небольшому мысленному изменению констант и других параметров. Все, что сверх этого ошибочно ассоциируется иногда с приведенным тезисом Картера, представляет собой уже интерпретацию данного содержания.

Также существует *синергетический антропный принцип*, охватывающий ряд положений:

1. Существующий вариант Вселенной возник в результате процесса самоорганизации материи, как итог единственно возможного пути развития или же в результате многократных – случайных или неслучайных – выборов одного из вариантов дальнейшего развития, и именно в этом, итоговом на сегодня варианте реализовалась «тонкая подстройка» и возник наблюдатель. Отбор законов природы – это тоже, своего рода, форма конкуренции – жизни.

2. Если на ранних этапах эволюции Вселенной многократно происходил бифуркационный выбор одного из возможных альтернативных вариантов – путей развития (возможно, это происходило в процессе конку-

рентного отбора вариантов), – то, быть может, настоящее состояние более устойчиво, чем другие, и порождает более устойчивые структуры, в том числе Жизнь и Разум.

3. Возможно, в пространстве физических величин, таких как действие, скорость, сила, масса, заряд, магнитный момент и т.п., существуют аттракторы типа устойчивых фокусов или пульсаций – циклов. В мире, который соответствует одному из таких устойчивых фокусов, существует наша Вселенная и в ней Мы. Другие аттракторы порождают другую Вселенную и, возможно, другой тип разумных наблюдателей. Выбор аттрактора, быть может, произошел после Большого взрыва (и не раз). Будет новый Взрыв – будет новый аттрактор.

4. Известные сегодня законы синергетики, принципы самоорганизации, в отличие от законов физики, не содержат фундаментальных констант, следовательно, являются системными законами, инвариантными к выбору тех или иных численных значений этих констант. Разумно предположить, что в любой Вселенной, при любом наборе констант в процессе самоорганизации с неизбежностью возникнут свои формы высокоорганизованной материи, Жизни и Разума.

5. В основе сложных структур мира, по мнению С. П. Курдюмова, лежит узкий, уникальный класс математических моделей с нелинейными степенными зависимостями коэффициента «теплопроводности» и мощности источника «тепла» от температуры: $k(T) = k_0 T^\alpha$ и $Q(T) = Q_0 T^\beta$. Только эта модель обеспечивает существование сложного спектра структур-аттракторов, возникающих на развитых автомодельных (т.е. самоподобных, сохраняющих при эволюции свою форму) стадиях процессов и отличающихся различными размерами и формами.

Иными словами, жизнь (существование живых организмов), по В. Л. Гинзбургу, в известных нам формах возможна не при всех физических параметрах, характеризующих материю. В нашей Вселенной эти параметры таковы, что жизнь возможна. Если же существуют другие Вселенные (и тогда их правильнее назвать Метагалактиками), а такая гипотеза существует, то в некоторых из них, характеризующихся другими параметрами взаимодействия между частицами вещества, жизнь была бы невозможна.

64 Существует еще одна формулировка антропного принципа – *принцип участия Уиллера* – редкие удачные сочетания обстоятельств, благоприятствовавшие возникновению жизни, разума и человека:

- тонкая подстройка мировых констант;
- близкий, по космическим меркам, взрыв сверхновой и обогащение солнечной системы тяжелыми элементами;
- Солнце возникло на «нужном» расстоянии от центра Галактики;
- Солнечная система и само Солнце возникли в области больших звездных плотностей в Галактике, но затем попали в разреженную спокойную зону;
- Солнце – не большая и не малая звезда – желтый карлик;
- Земля располагается «на нужном расстоянии» от Солнца;

– свойства ядра атома углерода – наличие ядерного уровня 7,65 МэВ, который позволяет образовываться углероду – основе жизни внутри звезд.

Один из авторов антропного принципа Б. Картер считает основанный на нем подход определенной реакцией против чрезмерно слепого следования «принципу Коперника». По Копернику, замечает он, «...мы не должны, не имея на то оснований, предполагать, что занимаем привилегированное центральное положение во Вселенной». Заметим, что этот тезис, строго говоря, правильнее было бы связывать с именем Бруно, а не Коперника. Последний лишил Землю выделенного положения во Вселенной, однако наделил этим статусом Солнце. В рассуждении Картера речь идет о равноправии, эквивалентности всех точек или мест во Вселенной. Такое миропонимание, нашедшее отражение и в современном космологическом принципе, непосредственно восходит к учению Бруно о «множественности миров». Несомненно, Коперник стоит у истоков этой идейной эволюции, точнее – революции. К сожалению, продолжает Картер, возникла тенденция «расширить этот принцип до весьма сомнительной догмы, суть которой заключается в том, что наше положение не может быть привилегированным ни в каком смысле». Но эта догма, по мнению Картера, несостоятельна, если принять во внимание, что «а) необходимой предпосылкой нашего существования являются специально благоприятные условия (температура, химический состав окружающей среды и т.д.); б) Вселенная эволюционирует и не является пространственно однородной». Отсюда следует, что «хотя наше положение не обязательно является центральным, оно неизбежно в некотором смысле привилегированное» [2, с. 369–370.].

В чем же состоит эта привилегированность? Иногда ее сводят к наличию на Земле разумной жизни. Однако о «выделенности» Земли в указанном смысле стоило бы говорить лишь при условии, что наша цивилизация является единственной во Вселенной, как считал, например, английский биолог А. Уоллес, который, на наш взгляд, впервые сформулировал антропный принцип на языке естествознания. Но большинство исследователей, занимающихся антропным принципом, придают идее нашей выделенности во Вселенной совсем иное значение, имея в виду связь процессов формирования во Вселенной сложно организованных структур (вплоть до человека) не только с локальными, но прежде всего с глобальными свойствами расширяющейся Вселенной. История возникновения и развития антропного принципа довольно богата и интересна, но необходимо остановиться на физическом срезе данной проблемы.

Прежде всего бросается в глаза тот факт, что только в трехмерном пространстве может возникнуть то разнообразие явлений, которое мы наблюдаем. Так, для размерности пространства более трех невозможны устойчивые орбиты планет в гравитационном поле звезд. Более того, в этом случае невозможна была бы и атомная структура вещества (электроны падали бы на ядра даже в рамках квантовой механики). Именно при числе измерений больше трех квантовая механика предсказывает

бесконечный спектр энергий электрона в атоме водорода, допускающий как положительные, так и отрицательные значения энергии. В случае размерностей меньше трех движение всегда происходило бы в ограниченной области. Только при $N = 3$ возможны как устойчивые финитные, так и инфинитные движения [3, с. 197–205].

Изложенные выше аргументы относятся к случаю нерелятивистского рассмотрения проблемы. Если же попытаться распространить общую теорию относительности как современную теорию гравитации на пространство–время с другим количеством пространственных измерений, то картина получается обратной: при двух пространственных измерениях гравитационно взаимодействующие тела ни при каких условиях не могут образовывать связанной системы (это давно известно в ОТО и было обнаружено в 1960-х гг.; вспомним, например, теорию космических струн), а при числе измерений пространства большем трех гравитационное взаимодействие, наоборот, настолько сильно, что не позволяет инфинитного движения тел. Таким образом, предельный переход общей теории относительности в ньютоновскую теорию тяготения возможен только в пространстве трех измерений.

На уровне строения атома тоже видна согласованность констант устройства вещества. Протон и нейтрон появились вскоре после Большого взрыва, позднее возникли атомные ядра. Свободный протон (ядро водорода) либо абсолютно стабилен, либо распадается со столь малой вероятностью, что этих процессов физики еще не обнаружили. А вот свободный нейтрон в среднем живет всего четверть часа, давая начало протону, электрону и антинейтрину. Внутрядерные нуклоны могут существовать до скончания времен, но могут также превращаться друг в друга и жить не более долей секунды, все зависит от их окружения (бета-распад). Свободный нейтрон не мог бы давать начало протону, если бы не был несколько массивней, это следует из закона сохранения энергии. Разница очень невелика, всего 0,14 %. Если бы природа урезала массу нейтронов всего на 0,2 %, последствия были бы печальны: протоны в одиночном состоянии превращались бы в нейтроны, позитроны и нейтрино. Поэтому во Вселенной не могли бы зажечься звезды, которые на первом этапе своего существования питаются энергией термоядерного синтеза гелия из водорода. Но это не единственная неприятность: возникающие позитроны аннигилировали бы с электронами, рождая жесткое гамма-излучение. Космическое пространство оказалось бы заполненным изолированными нейтронами, нейтрино, гамма-квантами и, возможно, небольшим числом стабильных легких ядер, скорее всего, дейтериевых и гелиевых. Такой мир никак не мог бы стать колыбелью жизни.

Если бы нейтроны были чуть-чуть массивней, чем в действительности (на доли процента), они стали бы превращаться в протоны даже внутри тех ядер, которые в нашем мире стабильны. Такие ядра разрывались бы электрическими силами и давали начало множеству свободных протонов. Присоединяя электроны, они давали бы начало водородным атомам. В этом чисто водородном мире не было бы места химии, а следо-

вательно, и жизни. Но и это не все. Превышение нейтронной массы над протонной примерно втрое больше массы электрона. Если бы оно было меньше этой массы, то электроны могли бы спонтанно сливаться с протонами, превращая их в нейтроны. Сейчас такие переходы случаются только при исполинских давлениях, возникающих при гравитационном коллапсе массивных звезд (именно так рождаются нейтронные звезды). А вот если бы это условие выполнялось и в юности мироздания, протонам было бы энергетически выгодно уже тогда глотать электроны. При таком раскладе вновь бы получился нейтронный мир. Таким образом, законы физики упрятали все возможности рождения звезд и галактик, почти всех химических элементов, появившихся в звездных недрах, и, конечно, планет в крайне узкую разницу между нуклонными массами. Случайно ли природа удержалась на этом лезвии бритвы?

Подобных примеров множество. Если бы гравитация была всего в миллион раз сильнее, это никак бы не сказалось на свойствах атомов и молекул. Но звезда солнечного типа в таком мире существовала бы всего 10 тысяч лет – слишком мало для возникновения жизни. А мир со слишком слабой гравитацией разлетелся бы после Большого взрыва настолько быстро, что вещество просто не успело бы стянуться в плотные газовые облака, дающие начало звездам. Процесс рождения углерода в звездных топках очень сильно зависит от величины постоянной тонкой структуры, определяющей интенсивность электромагнитного взаимодействия. Если бы эта константа отличалась от своего значения на 15 % в ту или иную сторону, ни одна звезда в мире не смогла бы наработать и килограмма углерода (согласно некоторым расчетам, хватило бы даже отклонения в 2 %). А без углерода не было бы и жизни, во всяком случае, в нашем понимании.

Последний пример сверхтонкой настройки физических констант выглядит особенно эффектно. С точки зрения квантовой механики вакуум – это не пустота, а генератор элементарных частиц, которые на сверхкороткие мгновения рождаются из квантовых флуктуаций и тут же переходят в небытие. В нашем макроскопическом мире эти эфемерные виртуальные частицы почти ничем себя не проявляют, хотя их существование подтверждается рядом экспериментов (например, получением бозона Хиггса на БАК). Однако виртуальные электроны, фотоны, кварки, нейтрино в краткие моменты своего существования обладают определенной энергией. Сумма всех этих энергий и создает энергию физического вакуума.

А теперь к физическим константам, которые определяют облик наблюдаемой нами Вселенной и самих себя:

Фундаментальные физические константы:

$$c = 299\,792\,458 \text{ км/с},$$

$$\hbar = 6,6260693(11) \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с},$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2),$$

$$e = 1,60217653(14) \cdot 10^{-19} \text{ К},$$

$$m_e = 9,1093826(16) \cdot 10^{-31} \text{ Кг},$$

$$g = 1,4 \cdot 10^{-62} \text{ Дж} \cdot \text{м}^3.$$

Константы взаимодействий:

$$a_G = \frac{Gm}{\hbar c} \approx 10^{-39}, \quad a_e = \frac{e^2}{\hbar c} \approx \frac{1}{137}, \quad a_s = \frac{g_s}{\hbar c} \approx 1, \quad a_w = \frac{9m^2 c^2}{\hbar} \approx 10^{-5}$$

гравитационное электромагнитное сильное слабое.

Фундаментальные константы невозможно «вывести» из известных физических законов, их значения можно получить только из опыта, путем измерений, все более и более точных. Но какова их значимость для появления и существования Вселенной и нас? Простейший пример: сила притяжения двух масс m_1 и m_2 есть

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}.$$

Здесь константа – гравитационная постоянная G . Еще пример: энергия фотона пропорциональна его частоте w : $E = hw$. Параметр (константа) – постоянная Планка h .

Величины типа e , h , G , c (скорость света) и т. д. называются в физике мировыми константами. Сами по себе числовые значения этих констант ничего не значат, так как меняются при переходе от одной системы единиц к другой. Но вот их безразмерные комбинации имеют универсальное значение. Например, из e , h и c можно составить единственную безразмерную комбинацию – число $a = e^2/\hbar c = 1/137$. Это число называется постоянной тонкой структуры и характеризует «силу» электромагнитного взаимодействия. Характерные энергии взаимодействия электронов в атомах и свободных электронов между собой являются лишь малой поправкой к их энергии покоя. Благодаря малости a процессы, при которых электрон превращается в другие частицы, маловероятны. Малость a обеспечивает устойчивость электрон-протонных структур – атомов, твердых тел.

Аналогичные безразмерные константы можно написать и для всех прочих взаимодействий – сильного, слабого и гравитационного. Главным для нас здесь является следующее: число требований (или число уравнений) на константы намного превосходит количество этих констант. Это очень важный факт. Не любая система уравнений, в которой число неизвестных меньше числа уравнений, имеет решение. Для того чтобы решение существовало, нужно, чтобы «лишние» уравнения как-нибудь выражались через остальные. Значит, в самой структуре законов природы скрыт какой-то очень важный принцип. Мы не знаем пока его математической формулировки (это должна быть, по-видимому, какая-то симметрия уравнений на мировые константы). Такая формулировка выражала бы «идею» Вселенной, основной принцип ее развертывания в пространстве и времени и закон эволюции ее структур. Все, что мы знаем сейчас, это лишь следствия этого принципа. Все частные законы природы объединяет один всеобщий закон: человек должен появиться [4, с. 59–70].

Антропный принцип, который теперь может опираться еще и на открытый бозон Хиггса (а Питера Хиггса мы поздравляем с присуждением Нобелевской премии в октябре 2013 г.), дает логичную возможность утверждать, что наука, философия и религия говорят об одной и той же идее возникновения Вселенной и человека, но с разных позиций, и описывают практически одно и то же, но разными языками и терминами. Возможно, последние открытия позволят уже завершить бесплодную войну мировоззрений и идеологий. Может, пришла пора «собирать камни», целостно взглянуть на всё и вся, собирать мозаику человека, общества, природы, Вселенной в единую картину? [5, с. 25–28]

А теперь всё изложенное позволим себе подкрепить цитатами великих ученых и философов:

«Я хочу узнать, как Бог создал этот мир. Меня не интересует то или иное явление, спектр того или другого элемента. Я хочу узнать, о чем Он думал, все остальное – детали. ...Что меня действительно интересует, так это вопрос, имел ли Господь Бог при сотворении мира хоть какой-нибудь выбор?» (А. Эйнштейн).

«...Если мы приглядимся ко Вселенной и увидим, как много случайностей в физике и астрономии послужили нам во благо, то кажется почти, что Вселенная в известном смысле знала, что мы появимся» (Ф. Дж. Дайсон).

«Чем больше я наблюдаю Вселенную и изучаю детали ее архитектуры, тем больше свидетельств я нахожу в пользу того, что Вселенная должна была знать, что мы придем» (Т. Добжанский).

«Человек есть мера всем вещам – существованию существующих и несуществованию несуществующих» (Протагор).

«Любая физическая теория, которая противоречит существованию человека, очевидно, не верна» (П. Девис).

«Жизнь (существование живых организмов) в известных нам формах возможна не при всех физических параметрах, характеризующих материю. В нашей Вселенной эти параметры таковы, что жизнь возможна. Если же существуют другие Вселенные (в таком случае их правильнее назвать Метагалактиками), а такая гипотеза существует, то в некоторых из них, характеризующихся другими параметрами взаимодействия между частицами вещества, жизнь была бы невозможна» (В. Л. Гинзбург).

Литература

1. Розенталь И. Л. Проблемы начала и конца Метагалактики / И. Л. Розенталь. – М., 1985.
2. Картер Б. Совпадение больших чисел и антропологический принцип в космологии / Б. Картер // Космология. Теории и наблюдения. – М., 1978.
3. Эренфест П. Каким образом в фундаментальных законах физики проявляется то, что пространство имеет три измерения? / П. Эренфест // Горелик Г. Е. Размерность пространства : историко-методологический анализ. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1983. – 216 с.

4. *Жаров С. Н.* Математика в свете философского вопроса о бытии / С. Н. Жаров // Вестник ВГУ. Сер.: Философия. – 2012. – № 2.

5. *Попов В. Я.* От достижений физики элементарных частиц к проблеме формирования целостного мировоззрения / В. Я. Попов. – Липецк : ЛГТУ, 2012.

*Липецкий государственный техни-
ческий университет*

*Попов В. Я., кандидат философских
наук, доцент кафедры философии*

E-mail: popov.v.j@lipetsk.ru

Тел.: 8-950-804-37-62

Lipetsk State Technical University

*Popov V. Ya., Candidate of Philosophi-
cal Sciences, Associate Professor of Philoso-
phy Department*

E-mail: popov.v.j@lipetsk.ru

Tel.: 8-950-804-37-62