

# ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

DOI: 10.22363/2224-7580-2024-3-147-163

EDN: OFVSPC

## ГЕНЕЗИС ПИФАГОРЕЙСКОЙ ВСЕЛЕННОЙ

А.В. Буров, Л.А. Буров

*Авторизованный перевод<sup>1</sup> И.А. Рыбаковой*

*Российский университет дружбы народов  
Российская Федерация, 117198, ул. Миклухо-Маклая, 6*

**Аннотация.** Идея математической мультивселенной была выдвинута Максом Тегмарком как гипотетический ответ на вопрос, почему физические законы и начальные условия видимой вселенной именно таковы, а не иные. Гипотеза постулирует существование бесконечного множества вселенных со всевозможными законами; «что существует математически, существует и физически». Дополненная тавтологическим *слабым антропным принципом* – наблюдаются лишь те вселенные, где физически возможно появление наблюдателей – эта гипотеза *максиверса* была предложена как объяснение *антропности* законов и начальных условий нашей вселенной, структурно и тонко настроенной на жизнь и мышление. В предлагаемой работе гипотеза Тегмарка опровергается на основании *пифагорейности* нашей вселенной – простоты, масштабности и высокой точности физических законов, как они нам уже известны. Эта простота, математическая элегантность законов требует отдельного принципа на метафизическом уровне, укоренения в некоей высшей тотальности, не содержащей уже никакой специфики, ничего контингентного. Гипотеза Тегмарка предлагает в качестве такой тотальности почти ничто, метафизический хаос; она есть гипотеза *хаосогенеза*. Альтернативной хаосу тотальностью является абсолютный ум, ум как таковой. Следовательно, опровержение гипотезы максиверса приводит к заключению, что весьма особенные законы видимой вселенной заданы высшим умом.

**Ключевые слова:** пифагорейская вселенная, хаосогенез, гипотеза Тегмарка, слабый антропный принцип, терминус

<sup>1</sup> Оригинальный текст: Burov A., Burov L. Genesis of a Pythagorean Universe // Trick or Truth? The mysterious connection between physics and mathematics / by ed. A. Aguirre et al., FQXi, The Frontiers Collection. Switzerland: Springer, 2016. P. 157–170. URL: [https://pythagoreanuniverse.com/essays/Genesis-of-a-Pythagorean-Universe\\_Trick-or-Truth\\_Springer.pdf](https://pythagoreanuniverse.com/essays/Genesis-of-a-Pythagorean-Universe_Trick-or-Truth_Springer.pdf) (accessed: 15.04.2024).

## Вступление

Задача физики, как известно, состоит в том, чтобы находить общие принципы устройства природы, физические законы, позволяющие как объяснять имеющиеся наблюдения, так и предсказывать новые. Наука стремится обнаружить универсальную логику, скрытую за многообразными явлениями и определяющую их специфику. Понимание истины как усматриваемой скрытой сущности через *открытие*, *раз-облачение*, заложено в греческом слове ἀλήθεια (истина), состоящем из отрицания (ἀ-) и λήθη, что означает «забвение», восходя к «сокрытому». Пифагор учил, что эта сущность – гармония скрытого единства, которая может быть выражена на языке чисел. Когда Галилей заявил, что природа – это книга, написанная на языке математики, он высказал это древнее пифагорейское кредо. То же самое можно сказать о Дираке, чье глубочайшее убеждение состояло в том, что «законы природы выражаются в красивых уравнениях», и об Эйнштейне, утверждавшем, что сильнейшей и благороднейшей мотивацией научного поиска является пропитанная «космическим религиозным чувством» убежденность в рациональности Вселенной.

Если теории, исчерпывающе описывающие явления, когда-то окажутся сформулированы и логически объединены в единую теорию всего, задача фундаментальной науки будет выполнена. Какой бы ни оказалась тогда эта единая теория, специальные физические теории приобретут статус ее следствий в виде предельных случаев или асимптот. Хотя сейчас у человечества нет и, возможно, никогда не будет такой объединяющей теории во всей ее полноте, многие из ее предельных случаев нам известны: это классическая и квантовая механика, электродинамика, общая теория относительности, стандартная модель и др.

Законы природы открываются физиками как специфические математические структуры. Такие открытия, однако же, порождают вопросы следующего ряда. Прежде всего, почему некий закон, выраженный той или иной математической формулой, вообще входит в структуру нашего мира? Чисто логически, Вселенная могла быть задана любой непротиворечивой системой уравнений, однако из бесконечного множества математических структур только одна определяет нашу вселенную. Почему именно эта структура, а не другая? Почему она столь специфична? Почему законы достаточно просты для того, чтобы их можно было открыть? Почему они красивы с математической точки зрения? Кто или что выделило их из бесконечного множества формул, положив именно их в основание нашего мира, и на каком основании?

Таким образом, законы природы становятся проблемой, хотя и не в обычном научном контексте их поиска, а как нечто, требующее своего собственного объяснения. На иллюзорную природу объяснения, не выходящего за рамки законов природы, указывал Людвиг Витгенштейн:

«Вся современная концепция мира основана на иллюзии, что так называемые законы природы объясняют природные явления. Таким образом,

люди сегодня останавливаются на законах природы, относясь к ним как к чему-то незыблемому, точно так же, как в прошлые века, относились к Богу и Судьбе. На самом деле те и другие и правы, и ошибаются. Однако же точка зрения древних яснее в той мере, в какой у них присутствует *терминус*, четкое и признанное завершение, в то время как современная система пытается представить дело так, как будто всё объяснено» [19].

Витгенштейн критикует молчаливое принятие некой составной специальной математической структуры в качестве окончательного объяснения мира. Такая структура, не подлежащая вопрошанию о своем собственном разумном основании, может лишь указывать на неразумность этого основания, а тем самым и всего здания науки.

Так что же это за «неразумность», останавливающая разум в этом вопрошании? Провозглашение в качестве основы разума чего-то настолько неразумного и бессмысленного, что о нём нечего даже и спрашивать, есть фундаментальный абсурд, коренное обесмысливание разума, обрушение его значения как такового. Фундаментальный абсурд не следует путать с глупостью, отдельной бессмысленностью, невозможностью, фантастическим, юмористическим или случайным. Ошибки и глупости – это лишь отдельные сбои мышления, внимание и преодоление которых есть обычное дело разума, путь его очищения и усиления. Ковер-самолет фантастичен, а вечный двигатель невозможен, но представления о них не только не умаляют значимости разума, но могут направить его к новым, смелым задачам. В игре, театре, литературе, насмешки над здравым смыслом и вызовы ему составляют абсурдистские шутки и, в более общем плане, жанр абсурда. Игра такого рода часто оказывает незаменимое содействие разуму, освобождая его от неоправданного догматизма, пробуждая фантазию и содействуя рождению смелых гипотез. В случайности нет смысла, но она мыслима; часто случайность можно учесть вероятностно, иногда ее присутствие можно уменьшить посредством определенных мер. Случайность сама по себе неразумна, но она не обязательно затрагивает ценности, не обязательно подвергает разум экзистенциальной угрозе. То, что несет подобную угрозу, – это фундаментальный абсурд.

В контексте пределов разума антитезой абсурда является тайна. Тайна – это творческий источник разума, его альма-матер, наполненная смыслом. Хотя и абсурд, и тайна связаны с границей разума, эти представления принципиально различны: абсурд – это тупик, тайна – это бесконечность. Признание силы абсурда является фундаментальным унижением, обесмысливанием самого разума, в то время как осознание тайны облагораживает и вдохновляет рациональное мышление.

Пол Дэвис, рассматривая отрицание разумности вопроса об источнике законов природы, характеризует его именно как утверждение фундаментального абсурда:

«Можно спросить: почему именно эта единая теория, а не какая-либо другая?.. Почему единая теория, допускающая существование разумных существ, способных наблюдать Луну? Один из возможных ответов

заключается в том, что для этого нет причин: единую теорию следует просто рассматривать как „верную“, а ее соответствие существованию Луны или живых наблюдателей рассматривается как несущественная случайность. Если это так, то единая теория – она же основа всей физической реальности – сама по себе существует вообще без причины. Все, что существует без причины, по определению абсурдно. Итак, нас просят признать, что могущественное здание научной рациональности – а на деле, сам математический порядок Вселенной – в конечном счете коренится в абсурде!» [2].

Подобное суеверие разрушает смысл фундаментальной науки, подрывая значимость разума, представляемого производным от абсурда.

Итак, каковы могут быть ответы относительно источника законов природы? Существует ли какой-либо способ выбрать или отвергнуть то или иное? Это и есть тема обсуждения данной статьи.

### **Вопрос о тонкой настройке Вселенной**

«В настоящее время, – пишет Пол Дэвис, – среди физиков и космологов распространено согласие по поводу того, что Вселенная в нескольких аспектах «точно настроена» для появления жизни» [3. Р. 115]. То же отмечал и Стивен Хокинг:

«Физические законы, какими мы их знаем в настоящее время, содержат ряд фундаментальных числовых величин, вроде значения заряда электрона [*постоянной тонкой структуры*] или отношения массы протона к массе электрона... Примечательным фактом является то, что значения этих величин выглядят очень точно подобранными, чтобы сделать возможным развитие жизни» [6. Р. 125].

Еще один важный момент подчеркнул Алексей Цвеллик:

«[Поскольку] количество необходимых для возможности жизни согласований множества задействованных материалов намного превышает количество свободных фундаментальных констант, их реализация не могла быть достигнута путем точной настройки этих констант, но требовала также правильного выбора фундаментальных принципов, математической структуры физических законов» [15].

Предпосылка о тонко настроенной Вселенной возродила старую метафизическую проблему источника порядка в мире как проблему тонкой настройки: кем или чем с такой точностью была настроена Вселенная? Чисто естественнонаучный подход требовал поиска бессубъектного ответа: не «некто», а «нечто» как причина настройки.

## Порядок из хаоса

Считается, что этим «нечто» может быть любая комбинация законов природы, обеспечиваемых той или иной общей теорией, и случайных факторов; или, пользуясь терминами философии Платона, любая комбинация форм и хаоса. Однако, как отмечал Витгенштейн, любая используемая в таком ключе теория сама по себе требует объяснения. Джон А. Уилер формулировал то же самое в виде вопроса: почему именно эта теория структурирует всё сущее? Почему не какая-либо другая? Иными словами, отсылка к той или иной теории не решает проблему тонкой настройки, а лишь переводит ее на более высокий уровень. Единственный способ полностью решить эту проблему в рамках науки – продемонстрировать возможность возникновения бытия из ничего, или хаосогенеза, появления порядка из хаоса. Действительно, теории, будучи специфическими, контингентными формальными структурами, приводят к вопросу Уилера: «Почему именно эта теория, а не другая?» Хаос сам по себе не имеет границ и структуры, это совокупность, внутренне неразделимая на «это» и «то», ее различные проявления отличаются друг от друга только разнообразием дверей и стен, через которые та или иная теория выпускает и ограничивает хаос. Исторически идея хаосогенеза очень древняя, восходящая к Гесиоду и досократикам; ей противостояли пифагорейцы и платоники. Например, Плотин писал: «Любая попытка вывести порядок, разум или управляющую душу из неупорядоченного движения атомов или элементов абсурдна и невозможна» (цит. по [8]). Наиболее известное выражение идеи хаосогенеза – дарвинизм; пытаются ввести его в объяснительную схему и некоторые космологи.

Макс Тегмарк сформулировал «окончательную ансамблевую теорию всего», основная мотивация которой выражена вполне ясно:

«Если ТВ [*теория всего*] существует и открываема, то, как подчеркнул Джон Арчибальд Уилер, остается неудобный вопрос: почему именно эти уравнения, а не другие? Может ли на самом деле существовать фундаментальная, необъяснённая онтологическая асимметрия, встроенная в самое сердце реальности, разделяющая математические структуры на два класса: физически представленные и нет? В конце концов, математическая структура не „создается“ и не существует „где-то там“. Она просто существует. В качестве выхода из этой философской головоломки я предположил, что имеет место полная математическая демократия: математическое существование и физическое существование эквивалентны друг другу, а следовательно, все математические структуры имеют одинаковый онтологический статус» [13. Р. 101].

Таким образом, тегмарковский терминус, высшая сущность, окончательно объясняющая все существующее, – это совокупность всех математических форм, или платоновский математический мир. Чтобы «просто существовать», математическая структура должна быть самосогласованной, логически приемлемой. О чем Тегмарк не упоминает, так это о единстве этих

форм. Это единство должно не только каким-то образом связывать их друг с другом, обеспечивать равнопредставленность, но и гарантировать внутреннюю согласованность каждой. Формы, однако же, являются ментальными сущностями. Они немыслимы без разума, который содержит их как действительно самосогласованные и обеспечивает «математическую демократию». Таким образом, мы вынуждены заключить, что подлинным терминусом Тегмарка является разум, даже если о нем вообще не сказано. Что делает этот разум особенным и отличным от других платонических версий, так это его сугубая математичность и принятая почему-то «математическая демократия».

Следует подчеркнуть, что модель Тегмарка с ее «математической демократией» по сути ничем не отличается от хаоса, от полной мешанины чего угодно, без ограничений. Предполагается, что для математических структур этого мультиверса существует способ хотя бы иногда проявлять себя как феномены и наблюдаться как математически, так и физически. Хаос предстает в этой картине как рандомность той вселенной, в которой нам посчастливилось родиться, при единственном ограничении – законы этой вселенной должны быть совместимы с жизнью и сознанием. Что выделяет модель Тегмарка, так это ее минимальная опора на априорную конкретизацию или принципы отбора, почему мы и приравниваем эту модель к хаосогенезу.

Возможность того, что структура фундаментальных законов природы может быть в какой-то степени случайной, а в какой-то – неслучайно отобранной некой сущностью или принципом, была высказана несколькими ведущими учеными, например Андреем Линде (см. цитату ниже) и Стивеном Вайнбергом:

«...Мы должны иметь в виду ту возможность, что так называемые законы природы и фундаментальные константы представляют собой лишь случайные характеристики того Большого Взрыва, в рамках которого нам довелось оказаться, ограниченные (как расстояние Земли от Солнца) требованием быть в диапазоне, позволяющем появиться существам, которые могут спросить, почему они такие, какие есть» [17. P. 337–338].

Широко распространено мнение, что дарвиновская теория эволюции объясняет рождение порядка из хаоса. Следуя такой логике, в некоторых моделях наша Вселенная считается частью огромного или бесконечного ансамбля вселенных, порожденных одна другой, причем дочерние вселенные в основном наследуют структуру законов материнских, добавляя некоторые мутации [9; 12]. После постулирования наследственности и изменчивости размножающихся математических структур третий дарвиновский принцип, отбор, тоже может быть введен. Эту роль здесь играет так называемый слабый антропный принцип, САП [1], тавтологически указывающий, что могут наблюдаться только те вселенные, где могут появиться наблюдатели. Это условие и отбирает тот узкий класс тонко настроенных вселенных, о котором говорится в цитате Вайнберга. Таким образом, хотя в рамках подобного дарвиновского подхода наша Вселенная рассматривается как случайный

представитель множества вселенных Тегмарка, ее настройка на жизнь, казалось бы, получает гипотетическое объяснение в результате дарвиновского хаосогенеза. Несмотря на то, что в мультивселенной Тегмарка лишь ничтожная часть вселенных настроена для жизни и сознания, вероятность того, что любой наблюдатель увидит вселенную таковым образом настроенной, составит сто процентов.

Важная роль САП как единственной альтернативы теистическим объяснениям тонкой настройки была подчеркнута тем же Вайнбергом:

«Представляющееся тонкой настройкой вызывает у меня удивление. Единственное объяснение этому, кроме теологического, возможно в терминах мультивселенной – я имею в виду множество вселенных, где каждая имеет разные законы природы и разные значения своих констант, таких как «космологическая постоянная», отвечающая за космическое расширение. Если существует мультивселенная, состоящая из множества вселенных, большинство из которых враждебны по отношению к жизни, а лишь сравнительно немногие – благоприятны, то неудивительно, что мы оказались в той, где условия находятся в диапазоне благоприятных» [17].

Казалось бы, ничто не противоречит предположению о том, что наша Вселенная является случайным представителем отфильтрованного САП подмножества мультивселенной Тегмарка, но так ли это на самом деле? Действительно ли Вселенная не имеет четкого признака, исключающего такое происхождение из совокупности всевозможных математических структур? Является ли концепция хаосогенеза опровергаемой какими-нибудь возможными наблюдениями, то есть является ли она научной гипотезой? Некоторые ведущие эксперты, например Брайан Грин, считают, что опровергнуть такую гипотезу нельзя:

Я подвожу черту под теми идеями, которые невозможно опровергнуть посредством опыта или наблюдений, притом невозможно не из-за человеческих слабостей или технологических препятствий, а по самому характеру этих идей. Из рассмотренных нами типов мультивселенных только версия Предельной Мультивселенной [Тегмарк] попадает в эту область. Если включена абсолютно любая возможная вселенная, то, что бы мы ни измерили или обнаружили, Предельная Мультивселенная кивнет и примет наш результат [5. Р. 125].

Вопреки мнению Б. Грина ниже мы показываем, что гипотеза Тегмарка противоречит определенным наблюдениям, а следовательно, терпит неудачу, именно как научная теория.

### **Слабый антропный принцип**

На вопрос о возможности длительной эволюции от Большого Взрыва к мышлению САП отвечает, что в тех мирах, где этот путь не пройден, спрашивать об этом некому. Но в нашей вселенной этот путь уже пройден, и

мы можем спросить о другом: почему этот путь не обрывается прямо сейчас? Почему этот мир не только существует сейчас, но и длит свое существование, и предсказание об этом длении сбывается снова и снова; предсказание о конце света снова и снова оказывается ложным? Что удерживает в бытии этот сложный мир с его жизнью и мышлением?

Дело в том, что вывод о немедленном конце света совершенно неизбежен в рамках САП и Предельной Мультивселенной. Сохранение любых специфических характеристик вселенной является специальным требованием. Специальные требования могут быть выполнены, если к тому есть основания. Если же оснований нет, то нет и смысла ожидать их соблюдения. САП объясняет, почему жизнь и мышление стали возможными, хорошо. Но из триумфа, используемого для предлагаемого объяснения, никак не следует, что в дальнейшем требуемые условия останутся выполненными.

Читатель может спросить: если с нашей Вселенной уже случилось так, что до сих пор в ней поддерживалась жизнь, не значит ли это, что ей уже и довелось обрести некую основу из законов, удерживающих ее и далее в состоянии обеспечения жизни? Что не так с таким объяснением вновь и вновь продлевающегося существования человечества? Рассмотрим.

Прежде всего, такое объяснение предполагает существование неких законов, обеспечивающих эволюцию Вселенной во времени. Сами же законы должны быть вневременными, атемпоральными: в противном случае любое их отделение от изменяющегося мира было бы бессмысленным; регулирующие структуры ничем не отличались бы от регулируемых. Помимо того что они атемпоральны, законы являются ментальными сущностями: видеть их и мыслить их – одно и то же. Постулирование законов как объективных ментальных сущностей подразумевает Ум как сферу их бытия. Кроме Математического Ума ничего не требуется для того, чтобы отличать закон, в принципе пригодный для какой-то вселенной, от всего непригодного – бессмысленности, абсурда или самопротиворечивой системы. Поскольку этот Ум не только отличает законы от не-законов, но и реализует их как структурообразующие элементы материальных вселенных, Он также является Творцом. Таким образом, уже исходные допущения модели Тегмарка приводят к выводу о трансцендентальном Творце как Математическом Уме и Создателе.

Предположим, что мультивселенная Тегмарка – тот самый океан, случайной каплей которого является наша Вселенная, случайной в рамках САП. Означает ли это предположение, что условия для жизни, выполнявшиеся в течение миллиардов лет, будут выполнены и в следующую секунду? Служит ли принадлежность к Предельной Мультивселенной, подкреплённая миллиардами лет «хорошего поведения», основанием для вывода о том, что и в следующую секунду это поведение останется хорошим? Такого основания нет. Если, скажем, математическая функция общего вида, случайный представитель всех возможных функций, до сих пор была равна нулю, то мы можем сделать только тот вывод, что это специфическое качество не будет сохраняться даже в самом ближайшем будущем.

Мультивселенная Тегмарка, определяемая всеми непротиворечивыми наборами формул, по сути, ничем не отличается от мультивселенной, не имеющей ограничений, то есть представляющей собой чистый хаос. Каким бы ни было поведение Вселенной до сих пор, всегда будет существовать бесконечное число законов, соответствующих этому поведению, и шанс выбрать из них набор законов, гарантирующий хорошее поведение даже в следующую секунду, равен нулю. В мультивселенной Тегмарка существует бесконечное количество законов как бы взрывного действия, «спящих» до определенного момента и активизирующихся сколь угодно скоро. Исключить «взрывное пробуждение» каждого из безграничной совокупности бесконечно сложных законов в следующую секунду было бы равносильно постулированию дополнительной необоснованной специфики нашей вселенной внутри мультивселенной.

Итак, простого соответствия Вселенной обеспечивающим жизнь законам недостаточно, чтобы заключить о ее соответствии им в ближайшем будущем. Неизбежным выводом на этом основании является заключение о немедленном конце света. Чтобы его избежать, необходимо исключить законы взрывного действия из исходной мультивселенной, трюизм же САП их не исключает. Иными словами, индукционная логика в рамках мультивселенной Тегмарка неприменима, что было отмечено Лесли и Куном:

«Что же, однако, подразумевается под «всеми математическими структурами»? Лейбниц писал в своем «Рассуждении о метафизике», что независимо от того, как вы расставите точки на бумаге, найдется математическая формула, возможно, чрезвычайно длинная и сложная, которая задаст линию, проходящую через каждую из них... Следовательно, абсолютно любая вселенная, какой бы беспорядочной она ни была, может считаться обладающей «математической структурой»... А что, если уже расставленные точки выглядят «чрезвычайно упорядоченными», расположившись на прямой линии, так что их соединит и простая формула? Бесчисленные, гораздо более сложные формулы также соединили бы эти точки... Итак, если Тегмарк живет в мультивселенной, содержащей абсолютно все математические структуры, не должен ли он ожидать, что линия его будущего будет крайне извилистой? Что он почти наверняка тут же превратится в кучку пыли, или в золотую рыбку, или в кекс, или... или... или... или...?» [10].

Что же тогда остается от исходной мотивации избежать гипотезы Создателя, «не нуждаться в этой гипотезе», мотивации, породившей идею мультивселенной Тегмарка и САП? Приведенный анализ демонстрирует полный провал этого плана. Согласно выводам, к которым мы неизбежно приходим, Высший Ум необходим не только как Математический, гарантирующий непротиворечивость законов, но и как Архитектурный, ограничивающий хотя бы участие законов взрывного действия. Далее будет показано, что законы нашей Вселенной указывают на еще один существенный фактор отбора.

## Космический наблюдатель

«Наблюдатели» в САП не специфицированы; никак не учитывается, что же именно они наблюдают. Мы полагаем, что, чтобы считаться наблюдателями, они, по крайней мере, должны обладать сознанием; разумно также предположить, что существа, обладающие сознанием, наблюдают за своим непосредственным пространством жизнеобеспечения и имеют хотя бы эмпирические знания о нём. Однако такого рода знания не имеют ничего общего с теоретическими знаниями о большом космосе; первое никоим образом не влечет за собой второе. Давайте зафиксируем это важное различие, различие между *простыми, минимальными, эмпирическими наблюдателями* и *космическими наблюдателями*, открывающими теории большого космоса, которые видят свою вселенную как в чрезвычайно больших, так и в чрезвычайно малых масштабах, весьма далеких от масштаба непосредственного жизнеобеспечения. Чтобы стать космическими наблюдателями, минимальные наблюдатели должны жить в очень специфическом мире. А именно их вселенная должна быть теоретически познаваема в большом размахе параметров; их мир должен быть, так сказать, *теоретизируемым*. Другими словами, возможность появления космических наблюдателей требует, чтобы вселенная имела совершенно особую логическую структуру: она должна описываться элегантными законами, охватывающими многие порядки величин основных параметров. Современное человечество является не простым, а именно космическим наблюдателем. На сегодняшний день наш масштаб научного познания описывается огромным безразмерным параметром  $\sim 10^{45}$ ; столь велико отношение размера крупнейшего объекта физики, наблюдаемой вселенной,  $\sim 10^{26}$  м, к характерному размеру самых маленьких объектов, к комптоновским длинам топ-кварка и бозона Хиггса,  $\sim 10^{-19}$  м.

### Условие элегантности

Это условие космической *теоретизируемости*, очевидно, никак не выделяется селекцией антропного принципа, то есть теоретизируемость не нужна для того, чтобы вселенная могла быть населена сознающими существами или *просто* наблюдалась. Последнее условие локально; оно требует чего-то вроде планеты, пригодной для жизни, внутри какой-то вселенной. Условие же космической теоретизируемости глобально; оно требует, чтобы законы природы были элегантными в большом космическом масштабе, намного превышающем масштаб жизни на планете. Логически локальные условия не влекут за собой глобальные последствия, и поскольку теоретизируемость – глобальное структурное требование, не связанное с отбором САП, следует заключить о невероятности теоретизируемости наблюдаемой Вселенной. Философ Робин Коллинз сформулировал этот вывод следующим образом:

«...Даже если мы предположим, что обладающие телами наблюдатели могли возникнуть только в области с простыми законами, проблема все равно остается: для каждого простого закона некоторой формы  $X$  существует бесконечное число сложных законов, мало отличающихся от  $X$  в небольшой пространственно-временной области, но являющихся чрезвычайно сложными за пределами этой области» (цит. по [10]).

Поскольку мы знаем, что наша Вселенная теоретизируема в космических масштабах, гипотеза хаосогенеза выглядит тем самым опровергнутой. Однако на это опровержение все еще можно возразить. Утверждение, что теоретизируемость является специфическим требованием, *дополнительным* к антропному условию простой наблюдаемости, может быть поставлено под сомнение. Как мы можем удостовериться, что теоретизируемость логически независима от простой наблюдаемости САП? Это было бы не так, если бы САП не допускал для наших теоретизируемых законов природы каких-либо видимых модификаций даже в предельных случаях очень больших и очень малых масштабов, если бы такие модификации по той или иной причине исключали появление даже простых наблюдателей. Концепция тонко настроенной Вселенной содержит такого рода идею относительно фундаментальных констант, и в том же ключе мы можем спросить: что если то же самое верно в отношении самой структуры законов природы? Хотя было бы трудно поверить, что умеренная модификация, скажем, общей теории относительности на расстояниях, превышающих размеры Солнечной системы, может резко снизить вероятность возникновения сознания на нашей планете, тем не менее мы не можем абсолютно исключить подобное. Именно этот аргумент в пользу сильной связи между слабым антропным принципом и теоретизируемостью был недавно предложен Андреем Линде:

«...Инфляционная мультивселенная состоит из мириад «вселенных», в каждой из которых действуют всевозможные законы физики и математики. Мы можем жить только в тех вселенных, где законы физики допускают наше существование, что требует формулировки надежных предсказаний» [10].

Та же идея была высказана в последней книге Тегмарка со ссылкой на Юджина Вигнера:

«Возможно, эффект антропного отбора действует еще и так: как отметил сам Вигнер, существование наблюдателей, способных выявлять закономерности в окружающем их мире, вероятно, требует симметрий, поэтому, учитывая, что мы наблюдатели, нам следует ожидать, что мы окажемся в высшей степени симметричной математической структуре. Например, представьте, что вы пытаетесь разобраться в мире, где эксперименты никогда не повторялись, потому что их результат зависел именно от того, где и когда вы их проводили. Если бы брошенные камни иногда падали вниз, иногда поднимались вверх, а иногда падали вбок, и все остальное вокруг нас вело бы себя аналогичным, как бы случайным образом, без каких-либо выявляемых закономерностей, тогда, наверное, в эволюции мозга не было бы смысла» [14].

Давайте примем эту, пусть странную, гипотезу и предположим, что каким-то неизвестным образом САП всё же не допускает существенных отклонений законов природы, локально совместимых с простыми наблюдателями, от глобально теоретизируемой формы. Тогда возникает вопрос: какие отклонения от существующих законов допускает антропный принцип? Если мир порожден предвечным хаосом, то в игру вступают все законы внутри полосы, заданной условием жизни; ширина этой полосы фиксирована антропным принципом, но функциональное поведение законов внутри этой полосы САП произвольно. Некоторые оценки такой «антропной» ширины имеются в контексте тонкой настройки на появление и поддержание жизни в виде ограничений относительных вариаций фундаментальных констант, совместимых с САП. Наиболее строгие из них составляют порядка  $10^{-3}$  или 0,1 % [1]. Поскольку мы рассматриваем здесь относительную точность, чрезвычайно жесткие требования на абсолютные значения некоторых констант, таких как начальные условия при Большом Взрыве [4], не являются релевантными. Таким образом, в контексте аргумента Линде, можно оценить чувствительность антропного отбора к относительным вариациям фундаментальных законов как  $\sim 0,1$  % или слабее. Если бы наши законы природы были случайными представителями мультивселенной Тегмарка в рамках ширины САП, они выражались бы крайне нерегулярными функциями, отклоняющимися от элегантных на  $\sim 0,1$  % или более.

Заметим, что измерения фундаментальных констант в таком мире были бы воспроизводимы лишь на том же антропном уровне, не точнее. Если бы физики этого гипотетического мира попытались измерить свои фундаментальные константы с большей точностью, у них бы это не получилось; все измерения содержали бы пространственно-временные шумы с относительной амплитудой САП  $\sim 0,001$ , обусловленные бесконечно сложными отклонениями истинных законов природы от их элегантных аппроксимаций. Таким образом, физика в этой тегмаркианской вселенной была бы ограничена антропным уровнем точности; с вероятностью 100 % там невозможно было бы воспроизвести более точное измерение.

И, однако же, мы знаем, что точность по крайней мере некоторых наших фундаментальных теорий не только лучше антропной оценки  $\sim 0,1$  %, но на много порядков лучше. Например, проверка общей теории относительности на двойной нейтронной звезде PSR 1913+16 показала беспрецедентное соответствие между теорией и наблюдениями на уровне типа  $10^{-14}$ . Еще одна впечатляющая демонстрация чрезвычайно высокой точности относится к квантовой электродинамике: предсказанное теорией значение магнитного момента электрона подтверждается измерениями с точностью  $\approx 10^{-12}$ ; см., например, ссылку [4]. Таким образом, многие эксперименты, доказавшие высокую точность наших элегантных законов природы, на многие порядки превосходящую антропный диапазон, показывают, что законы нашей вселенной не могут быть случайными представителями САП-подмножества мультивселенной Тегмарка.

Приведенная аргументация между прочим показывает, что космологический хаосогенез является научной гипотезой, поскольку он опровергается наблюдениями. Идея мультивселенной Тегмарка была продиктована желанием найти чисто научное объяснение факту тонко настроенной Вселенной: если наша Вселенная единственна, то ее тонкая настройка на жизнь не предполагает никакого другого разумного объяснения, кроме акта целенаправленного творения. Для единственной вселенной антропная настройка ее констант слишком тонка для чисто научного объяснения. Однако идея хаосогенеза в рамках мультивселенной, предложенная как попытка научно объяснить тонкую настройку, опровергается противоположной причиной: антропные ограничения на тонкую настройку слишком слабы, чтобы объяснить исключительную точность элегантных форм как фундаментальных законов.

### **Пифагорейская Вселенная**

Объявив в начале своей статьи о «полной математической демократии», Тегмарк позже замечает, что «наши физические законы выглядят относительно простыми». На этом этапе, чтобы не отрываться от реальности, он отказывается от провозглашенной «математической демократии» в пользу аристократии простых математических форм. После такого переворота его мультивселенная теряет что-либо общее с хаосом; вместо этого ее порождает некий генератор элегантных законов. В результате «неудобный вопрос» об источнике онтологического неравенства математических форм остается там же, где и был с самого начала. Противоречие между исходным «демократическим» намерением Тегмарка и элегантностью наших законов отмечал Александр Виленкин [16]:

«Тезис Тегмарка сталкивается, однако, с серьезной проблемой. Количество математических структур увеличивается вместе с их сложностью; стало быть, «типичные» структуры должны быть невероятно громоздкими. Это, по-видимому, противоречит простоте и красоте теорий, описывающих наш мир».

А раз так, раз законы нашей вселенной не случайны, приходится заключить, что они выбраны целенаправленно. Наша Вселенная специфична не только потому, что она населена живыми и мыслящими существами, но и потому, что теоретизируема посредством элегантных математических форм, одновременно довольно простых математически и чрезвычайно богатых следствиями. Чтобы допускать существование жизни и сознания, математическая структура законов должна быть достаточно сложной, открывая возможность для возникновения разнообразных совокупностей материальных структур. Вместе с тем законы должны быть достаточно простыми, чтобы их могли открывать появляющиеся мыслящие существа. Чтобы удовлетворять обоим условиям, законы должны точно попадать в этот минимакс сложности. Законы природы тонко и точно настроены не только в отношении антропного принципа, но и в отношении своей открываемости. Многочисленные аспекты

этой дважды тонкой настройки обсуждаются в книге Гонзалеса и Ричардса [4] и в ряде приведенных там ссылок. Таким образом, та Вселенная, что только нам и известна, точно настроена в соответствии с тем, что можно назвать *принципом космической познаваемости*: ее законы целенаправленно выбраны для того, чтобы она *наблюдалась космически*. Возможно даже, что наши законы принадлежат к простейшей математической структуре, допускающей наш или хотя бы какой-то тип жизни, способной дойти до мышления. Такая особая Вселенная заслуживает соответствующего термина, и мы не видим лучшего выбора, кроме как назвать ее *пифагорейской*, в честь первого пророка математического познания, введшего в обиход такие важные слова, как *космос* (красота порядка), *философия* (любовь к мудрости) и *теория* (созерцание).

Поскольку хаосогенез, ограниченный только антропным принципом, является единственным вариантом полностью научного, избегающего Творца, решения проблемы космогенеза, его опровержение влечет за собой тот факт, что эта проблема не может быть решена в рамках науки. Любой научный подход потребовал бы определенного набора аксиом, согласующихся не только с антропным принципом, но и с элегантными математическими формами, лежащими в основе нашего мира, однако мы показали, что это невозможно.

Начиная с Пифагора, лишь рассеянные в пространстве и времени малочисленные группы и одинокие интеллектуалы разделяли странную веру, что «вещи суть числа», что в основании природы лежат совершенные математические формы. Теоретическая наука начиналась и росла именно силой этой веры с ее «космическим религиозным чувством», вдохновлявшим научное познание на протяжении двадцати пяти столетий. Без всякого преувеличения все великие теории, от Коперника, Кеплера и Ньютона до Эйнштейна и Дирака, возникли как гипотезы на основе некоторых математически простых идей, таких как симметрия, сохранение или эквивалентность. В том же духе Вигнер рассматривал «адекватность языка математики для формулирования законов физики» как «чудесный дар, который мы не понимаем и которого не заслуживаем» [18]. Его сентенция «мы должны быть благодарны за этот дар» может иметь смысл только в том случае, если подразумевается трансцендентный ум, которому благодарность и должна быть адресована. Благодарить за картину можно лишь ее автора, но не саму картину и не идеи, с нею связанные.

Отмеченные сорок пять порядков величины ( $10^{45}$ ) параметра размаха научного познания, при достигнутой в некоторых экспериментах точности проверки законов до двенадцати десятичных знаков, позволяют заключить о научном подтверждении того, что было лишь предметом странной веры узких групп математиков в течение двух с половиной тысячелетий, того, что Вселенная – действительно пифагорейская.

Спустя два с половиной тысячелетия с момента своего зарождения фундаментальная наука о природе достигла двойного подтверждения ее исходной веры: как сбывающегося пророчества и как древа, приносящего добрые плоды.

### Три мира, две тотальности

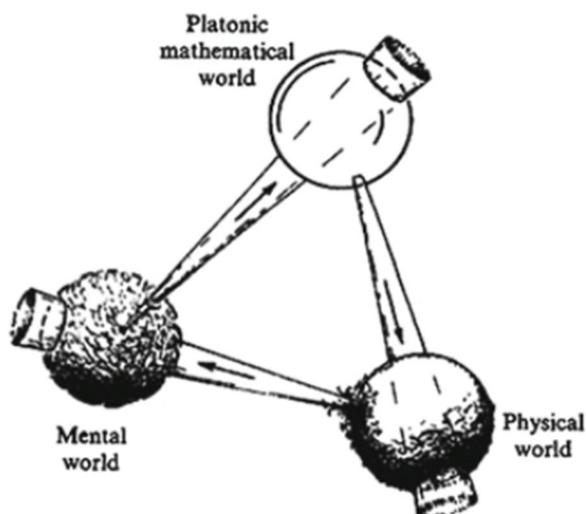
Пифагорейские формы открытых законов природы говорят о том, что конечная цель фундаментальной физики, «теория всего» как минимум в значительной степени является пифагорейской. Какой бы, однако же, ни была эта теория всего, она не может служить предельным ответом на вопрос о порядке бытия, потому что эта теория – лишь одна из многих математических форм, а следовательно, как и любая другая, она не представляет собой полноты или тотальности, она неизбежно контингентна. Для законов природы существуют только два мыслимых объяснительных принципа, противостоящих друг другу, каждый из которых представляет своего рода тотальность: хаос и ум как таковой.

Поскольку логико-математическая структура нашей вселенной необъяснима хаосом и так как она контингентна, не может объяснять саму себя, у нас остается только одно возможное объяснение: она была задумана и реализована Умом. Александр Виленкин формулирует этот, представляющийся неизбежным, вывод о космическом Уме в виде вопроса:

«...Законы должны были „существовать“ еще до возникновения самой Вселенной. Означает ли это, что законы не являются простым описанием реальности и могут иметь собственное независимое существование? В отсутствие пространства, времени и материи, на каких скрижалях они могли бы быть начертаны? Законы выражены в форме математических уравнений. Если носителем математики является ум [mind], означает ли это, что ум должен предшествовать Вселенной?» [16].

Чтобы завершать вопрошание о мироздании [to be a terminus], творческий ум должен быть умом как таковым, тотальностью ума, или предвечным Абсолютным Умом. В противном случае вопросы о происхождении и возможности его самого, почему он такой, а не другой, потребовали бы новых ответов. В отличие от хаоса Абсолютный Ум оставляет место для тайны, как и творческая способность ума человеческого. Там, где есть тайна, вопросы неисчерпаемы, и её ощущение придает высокую ценность стремлению к знаниям. Напротив, постулирование хаосогенеза, отвергающее примат ума, несовместимо ни с тайной, ни с ценностью фундаментального познания. Хаос есть ничто; происшедшее же от ничто ничтожно. Таким образом, проблема космогенеза приводит к двойной тайне: Абсолютного Ума как источника законов природы и ума, способного их открывать. С этой точки зрения мультивселенная Тегмарка приобретает новое значение как пространство поиска интересных миров, обладающих законами, доступными для открытий.

Сама идея наблюдения, до сих пор ассоциировавшаяся лишь с материальными объектами, обогащается более фундаментальным смыслом платонического наблюдения, то есть усмотрения элементов платонического мира, структурирующих материальный мир. Космическое наблюдение возможно только благодаря объединенному видению обоих миров третьим миром, ментальным. Сложная, отчасти парадоксальная, взаимосвязь трех миров была графически представлена Роджером Пенроузом в виде невозможного треугольника «Трех миров, трех тайн» (рис.) [11].



Роджер Пенроуз – «Три мира, три тайны» [11]

Три мира, платонический, физический и ментальный, различаются в отношении времени. Платонический мир вообще не имеет возраста; он вне времен, атемпорален. Физический мир временен, и его возраст, отсчитываемый от границы всех наблюдений, Большого Взрыва, составляет по текущим оценкам около 14 млрд лет. Возраст известного нам ментального мира, человечества, тем более как космического наблюдателя, чрезвычайно короток в этом масштабе. Хотя история многих научных открытий известна досконально, и мы не можем наблюдать ничего ближе, чем наши мысли, генезис космического наблюдателя остается для нас не менее загадочным, чем генезис физического и существование платонического миров.

Чудо пифагорейской гармонии фундаментальных законов природы и продолжающиеся демонстрации способности человека открывать законы на масштабах, далеких от непосредственных и привычных масштабов жизни, приводят к глубоким вопросам о трех тайнах, чьи взаимосвязи и согласованность раскрывают лежащее в основе Единство, высший трансцендентный Источник всего существующего, включая нас самих, растущих космических наблюдателей.

*Авторы благодарны Алексею Цвелику и Михаилу Аркадьеву за стимулирующие дискуссии.*

### Литература

1. Barrow J. D., Tipler F. J. The Anthropic Cosmological Principle. 1988.
2. Davies P. The Goldilocks Enigma. Houghton Mifflin Harcourt: Kindle Edition, 2006.
3. Davies P. How bio-friendly is the universe // Int. J. Astrobiol. 2003. Vol. 2.
4. Gonzalez G., Richards J. W. The Privileged Planet. Regnery Publishing, Inc., 2004.
5. Greene B. The Hidden Reality: Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos. Knopf Doubleday Publishing Group. Kindle Edition, 2011. P. 5943–5947.
6. Hawking S. A Brief History of Time. Bantam Books, 1988.

7. *Holt J.* Why Does the World Exist? // An Existential Detective Story. Liveright. Kindle Edition. P. 156–157.
8. *Jaspers K.* The Great Philosophers // A Harvest Book. 1966. Vol. 2.
9. *Linde A.* The Self-Reproducing Inflationary Universe / Sci. Am. 1994. Vol. 271, no. 5. P. 48–55.
10. *Linde A.* Why Is Our World Comprehensible? // This Explains Everything / ed. by J. Brockman, 2012.
11. *Penrose R.* The Road to Reality. First Vintage Books Edition, 2007.
12. *Smolin L.* The Life of the Cosmos, 1997.
13. *Tegmark M.* The Mathematical Universe // Foundations of Physics. 2007. Vol. 38, no. 2. P. 101.
14. *Tegmark M.* Our Mathematical Universe: My Quest for the Ultimate Nature of Reality, Knopf Doubleday Publishing Group. Kindle Edition, 2014.
15. *Tselik A.* Life in the Impossible World. St-Petersburg: Ivan Limbakh publ., 2012 (In Russian).
16. *Vilenkin A.* Many Worlds in One: The Search for Other Universes. Farrar, Straus and Giroux. Kindle Edition, 2006. P. 3188–3191.
17. *Weinberg S.* Lake Views: This World and the Universe. Harvard University Press. Kindle Edition, 2011. P. 337–338.
18. *Wigner E.* The Unreasonable Effectiveness of Mathematics // Natural Sciences, Communications on Pure and Applied Mathematics. 1960. Vol. 13, issue 1. P. 1–14.
19. *Wittgenstein L.* Tractatus Logico-Philosophicus. 1921.

## GENESIS OF THE PYTHAGOREAN UNIVERSE

A.V. Burov, L.A. Burov

*Authorized translation by I.A. Rybakova*

*RUDN University*

*6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation*

**Abstract.** The idea of a mathematical multiverse was put forward by Max Tegmark as a hypothetical answer to the question of why the physical laws and initial conditions of the visible universe are exactly the same and not different. The hypothesis postulates the existence of an infinite number of universes with all possible laws; “what exists mathematically exists physically.” Supplemented by a tautological weak anthropic principle – only those universes are observed where observers are physically possible – this hypothesis of Maxivers was proposed as an explanation of the anthropicity of the laws and initial conditions of our universe, structurally and finely tuned to life and thinking. In the proposed work, Tegmark's hypothesis is refuted on the basis of the Pythagoreanism of our universe – the simplicity, scale and high accuracy of physical laws, as they are already known to us. This simplicity, the mathematical elegance of the laws requires a separate principle at the metaphysical level, rooted in some higher totality that no longer contains any specifics, nothing contingent. Tegmark's hypothesis offers almost nothing as such a totality, metaphysical chaos; it is the hypothesis of chaosogenesis. The alternative totality to chaos is the absolute mind, the mind as such. Consequently, the refutation of the Maxivers hypothesis leads to the conclusion that the very special laws of the visible universe are set by a higher mind.

**Keywords:** Pythagorean universe, chaosogenesis, Tegmark hypothesis, weak anthropic principle, terminus