

idb

||:||
||:||

ТАМ ЗА ОБЛАКАМИ

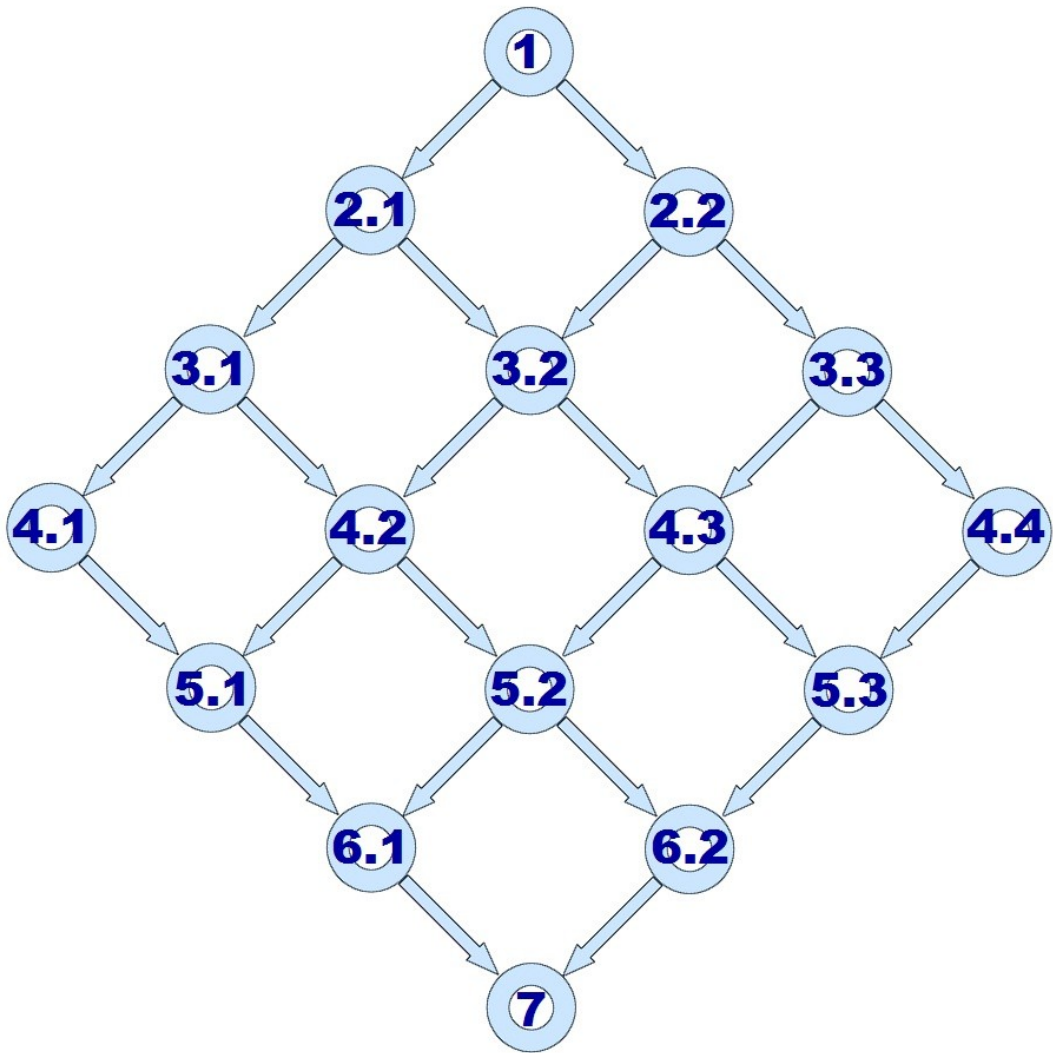
[краткий путеводитель]



самиздат

20.12.2012

<http://kniganews.org>



СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОГОДА

(1)

2.1 ТЕМНО

(2) (3)

2.2 НЕЯСНО

(4) (5)

3.1 ХЬЮ

(6) (7) (8)

3.2 ВОЛЬФ

(9) (10) (11)

3.3 КЛОД

(12) (13) (14)

4.1 БАЗИС

(15) (16) (17) (18)

4.2 ДВУМИР

(19) (20) (21) (22)

4.3 СУСИ

(23) (24) (25) (26)

4.4 ФОКУС

(27) (28) (29) (30)

5.1 ТЕЛО

(31) (32) (33) (34) (35)

5.2 ДУША

(36) (37) (38) (39) (40)

5.3 ЦЕЛОЕ

(41) (42) (43) (44) (45)

6.1 ЧИСЛА

(46) (47) (48) (49) (50) (51)

6.2 ФОРМЫ

(52) (53) (54) (55) (56) (57)

7 ЕДИНСТВО

(58) (59) (60) (61) (62) (63) (64)

Приложение

(недостающая идея)

БИБЛИОГРАФИЯ

1_ПОГОДА



(1)

Единство материи и сознания – идея очень давняя, но по сию пору так и не получившая статус общепризнанного факта.

Можно, конечно, пытаться выяснить, **почему** так происходит. Но куда полезнее задаться другим вопросом: **что теряет наука**, игнорируя эту неразрывную связь?

Поскольку поиски ответа на данный вопрос удобнее всего представлять в ретроспективе, вернемся ненадолго в год 1900¹, разделяющий такие разные XIX-е и XX-е столетия.

Весьма влиятельный в ту пору британский ученый Уильям Томсон, также известный как лорд Кельвин, сделал тогда обзорную лекцию², посвященную триумфальным итогам физической науки.

Суть его выступления сводилась к тому, что полная ясность относительно устройства окружающего мира уже практически достигнута, не считая двух небольших облаков, все еще омрачающих чистый научный небосвод...

Увы, довольно скоро после этого доклада выяснилось, что «мелочи», слегка беспокоившие Кельвина, на самом деле были предвестниками самых радикальных перемен в науке. Одно из облаков со временем стало квантовой физикой, а второе – общей теорией относительности.

1 [10] _На протяжении всей книги принята несколько необычная, раздвоенная система ссылок, разделяющая их на «внутренние» и «наружные». Ссылки внутренние, обозначаемые закрытыми скобками типа [hex], относятся к главам «Книги новостей» и прочим публикациям сайта kniganews.org. Ссылки «наружные» – обычные указатели на первоисточники информации, обозначаются открытыми скобками типа]AB[. Общая библиография, упорядоченная по ссылкам, дана в конце книги.

2]TW[

2.1_ТЕМНО



(2)

Если бы на заре нового, XXI века мировое сообщество физиков надумало устроить обзорную лекцию, аналогичную докладу лорда Кельвина столетие назад, то нынешняя итоговая картина оказалась бы куда менее оптимистичной.

Два небольших облачка на научном небосводе, беспокоивших ученых в 1900 году, к концу XX столетия разрослись не просто до гигантских темных туч научного незнания, но и, можно сказать, заслонили собой от человека уже почти всю вселенную.

В более точном выражении, порядка 96% от окружающего нас мира составляет нечто такое, о чем современная наука не может сказать практически ничего содержательного.³

(3)

Единственное, пожалуй, что пока удалось тут сделать – это дать компонентам неведомого собственные, не самые удачные имена: «темная материя» и «темная энергия» (более адекватным термином, наверное, было бы слово «невидимая»).

Поскольку темная материя, на которую приходится примерно 23% всего материала вселенной, относится к частицам, то это – незнание по разряду квантовой физики. Иначе говоря, во что превратилось со временем первое «облако».

Аналогично, темная энергия, на которую приходится порядка 73% вселенной, оказывается прямым порождением другого «облака», известного под названием общая теория относительности (ОТО) Эйнштейна.⁴

3]МС[

4]РЛ[

2.2_НЕЯСНО



(4)

Для четырех процентов вселенной, которые считаются в науке известными и неплохо изученными, уровень понимания все еще остается очень далеким от того, что принято называть ясной картиной. Перечень туманных, а порой и совсем темных мест можно составить очень длинный.

В качестве же одной из принципиально неразрешимых проблем достаточно упомянуть квантовый феномен, от Эрвина Шредингера получивший название **Verschränkung** или «сцепленность».⁵

По существу, имеется предсказанное формулами и подтвержденное экспериментами мгновенное взаимодействие частиц, происходящее в полной независимости от разделяющих их расстояний любой дальности. Каковы, однако, природа и механизм этого взаимодействия – совершенно неясно...⁶

Квантовую физику не без оснований называют самой успешной и самой точной из всех наук, разработанных человечеством. Но при этом смысл ее математических конструкций практически не поддается объяснению на обыденном языке.

Аналогично, уравнения ОТО позволяют с помощью математики обосновать множество нетривиальных явлений, наблюдаемых в макромасштабах 4-мерной вселенной. Однако никто так и не сумел внятно объяснить престранное устройство времени.⁷

Времени как существенно иного измерения пространства, по которому нельзя самостоятельно перемещаться ни вперед, ни назад. А можно лишь находиться всегда в одной точке «теперь», смещающейся строго в одну сторону – из прошлого в будущее.⁸

И, наконец, еще одна принципиально важная проблема. По-прежнему совершенно неясно, в чем заключается секрет гравитации, из-за которого она так упорно не вписывается в квантовое описание мира, продолжая оставаться классическим взаимодействием.⁹

5]АА[

6 [[4А](#)]

7 [[7Q](#)]

8]НЗ[

9 [[8С](#)]

(5)

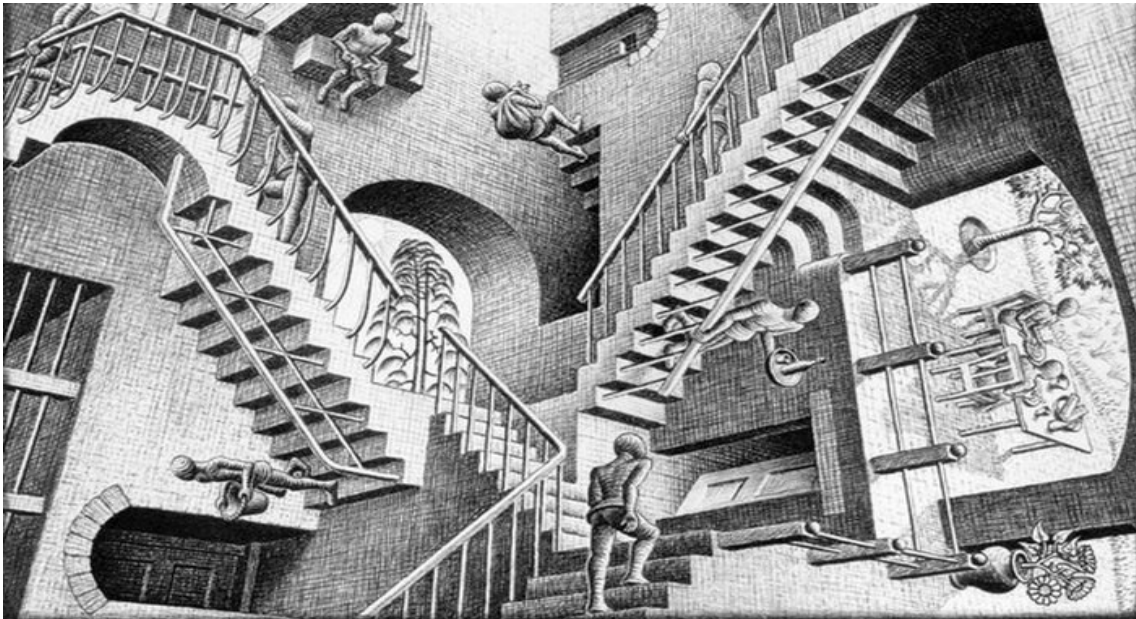
Общая суть всех перечисленных проблем в том, что колоссальный массив научных знаний, накопленных человеком о природе, никак не удается уложить в связную и согласованную картину.

И есть сильное ощущение, что причина постоянных здесь неудач – это отсутствие в описании одного чрезвычайно важного связующего компонента, обобщенно именуемого «сознание»...

Нельзя сказать, что ученые категорически не желают замечать и включать этот существенный элемент в свои теории. Правильнее, наверное, говорить, что никто пока еще не сумел сделать это красиво и убедительно.

Однако в истории науки были несколько таких моментов, когда исследователям удавалось подойти к решению проблемы особенно близко, причем с разных сторон. Один из самых многообещающих эпизодов подобного рода имел место в конце 1950-х годов.

3.1_ХЬЮ



(6)

К 1957 году, когда аспирант Принстонского университета Хью Эверетт III подготовил свою диссертацию¹⁰ с абсолютно новым взглядом на квантовую механику, эта наука уже имела статус «царицы физики». В первую очередь, конечно же, из-за атомной бомбы.

Однако успехи в военных и прочих практических приложениях никак не помогли разрешить фундаментальную проблему в основе квантовой теории. Мир квантовых объектов в корне отличается от наблюдаемого человеком мира классического, а как понимать это принципиальное различие – ясности не было не только в 1950-е, но нет ее и поныне.

Суть проблемы в том, что волновая функция Шредингера, применяемая для описания квантовых объектов, оперирует комплексными числами. Но это такие величины, которые в мире нашей реальности для описания не подходят.

«У нас» результатом всякого измерения – будь то скорости, положения, спина – может быть лишь одно числовое значение. А комплексное число мало того, что состоит из двух частей, так еще и одна из них является «мнимой». Иначе говоря, всегда имеется компонент, задающий величину в каком-то еще «нереальном» измерении, связанном с числом i или квадратным корнем из (-1) .

Так что квантовый объект, при взгляде из мира классического, всегда выглядит как одновременная совокупность или суперпозиция несовместимых друг с другом состояний. Из-за этой принципиальной неоднозначности любое измерение состояния квантового объекта не может быть четко предсказуемым и дает лишь вероятностные значения. Однако сама по себе волновая функция является вполне детерминированной – в терминах комплексных чисел.

(7)

То, как эту проблему с несоответствием описаний решает Копенгагенская интерпретация, изложено во всех учебниках квантовой физики. В ее рамках придумана идея коллапса волновой функции, происходящего при всяком измерении и «схлопывающего» суперпозицию до единственного значения с той или иной вероятностью.

Не секрет, что эта идея порождает лишь видимость объяснения, попутно ставя кучу новых вопросов. Главный из которых – что представляет собой мир в промежутках между измерениями?

Очевидная заслуга Хью Эверетта была в том, что он сумел оставить полностью нетронутой хорошо работающую математику уравнений, но при этом дать им существенно другую, логичную и куда менее искусственную интерпретацию.

Эверетт, можно сказать, предложил просто довериться формулам. И если математика показывает, что объекты квантового мира существуют постоянно и непрерывно, а не кусочно-рваными фрагментами от измерения до измерения, то так оно, скорее всего, и есть на самом деле.

А важную роль наблюдателя, постоянно совершающего измерения и таким образом «реализующего» ветвящийся мир квантовой физики к более привычному нам виду мира классического, он предложил возложить на саму вселенную.

В исходном, развернутом варианте¹¹ диссертации Эверетта впервые в науке, похоже, появляется формулировка квантовой механики в терминах совсем новой по тем временам теории информации Шеннона.

Опираясь на этот фундамент, Эверетт предположил, что частицы вселенной в совокупности можно уподобить вычислительной системе, или в его терминологии «сложному автомату», со способностью запоминать свои прежние состояния и сравнивать их с состояниями новыми.

(8)

При всяком очередном взаимодействии частиц друг с другом, то есть при взаимных измерениях состояний, они образуют единую квантовую систему. Или, в терминологии Эверетта, становятся «скоррелированными» (сегодня обычно пользуются термином «сцепленными»). Итог каждого такого взаимодействия-измерения запоминается, так что детерминированные записи измерений становятся «субъективным опытом» наблюдателей-частиц.

В итоге же, как показывал Эверетт, на основе учета этих записей можно вычислять те же самые эмпирические предсказания, что и при традиционном вероятностном подходе. Но только в данном случае правильнее считать, что все состояния системы равно реальны, образуя разветвленное множество миров с разными вероятностями реализации...

Сам Эверетт считал, что вполне понятно продемонстрировал, каким образом его подход порождает точно такую же картину вероятностных исходов измерений, что и в Копенгагенской интерпретации.¹²

Однако для всех остальных – равно противников и сторонников – это совпадение итоговых картин осталось совершенно неочевидным. Также осталось неясным, каким образом механизм разветвления может быть реализован в природе.

11]ED[

12]BP[

В целом же столь радикальный пересмотр традиционных научных воззрений на реальность, как известно, тогдашним светилам квантовой теории совершенно не понравился. Интерпретацию Эверетта обозвали «новой теологией», а для того, чтобы она все-таки утвердилась в научном мейнстриме под названием мультиверс или многомирие, потребовалось несколько десятилетий споров и дополнительных разработок.

Но только уже без самого автора, разочарованного реакцией коллег на его открытие. Сразу же после защиты диссертации Хью Эверетт навсегда, по сути, расстался с «царицей физики».¹³

3.2_ВОЛЬФ



(9)

Случилось так, что в том же 1957, но совершенно независимо от работ неизвестного аспиранта Хью Эверетта, в области теоретической науки произошло еще одно выдающееся открытие. Автором его был куда более знаменитый ученый, один из отцов квантовой физики Вольфганг Паули.

Однако происходило это столь загадочным образом, что прорыв вроде как был, но в итоге его как бы и не было. В силу неких таинственных жизненных обстоятельств, сопровождавших данное открытие, человечество по сию пору так и остается в полном неведении относительно того, что же конкретно за результаты были тогда получены.¹⁴

Все известное на данный счет ныне можно почерпнуть лишь из мемуаров людей, общавшихся с Паули в тот период. Прежде всего, из воспоминаний его давнего друга Вернера Гейзенберга – поскольку именно их совместная работа над так называемой «формулой мира» (единым квантовым уравнением поля) и стала толчком к открытию.¹⁵

Да еще остались несколько кратких, но чрезвычайно воодушевленных писем Паули, где суть его великого прозрения передают такие слова: «Раздвоение и уменьшение симметрии – вот где собака зарыта... Теперь-то уж мы попали на след!».¹⁶

14 [1B] [1C]

15] HW[

16] PH[

(10)

Из писем Паули также известно, что в полученных им замечательных результатах сугубо физико-математического свойства, кроме того, отчетливо просматривалось и нечто иное. По собственным словам ученого, он уже начинал видеть, что их с Гейзенбергом теория образует мост, позволяющий объединить физику микромира и человеческое сознание...¹⁷

Дабы стало понятнее, о чем тут идет речь, следует напомнить, что Вольфганг Паули многие годы общался и сотрудничал с Карлом Густавом Юнгом, одним из основателей современной психологии. Находясь под сильным влиянием теорий Юнга, Паули был чрезвычайно увлечен идеей нового описания реальности. Такой строго научной картины, которая органично включала бы в себя материю и сознание, взаимно дополняющие друг друга в неразрывном единстве.

Выражаясь более поэтично, ученый искал пути для возвращения в современную научную концепцию мира давнего понятия «душа материи». Понятия, общепринятого в древности, однако напрочь утраченного за последние 300 лет.¹⁸

(11)

Отлично понимая неортодоксальность, скажем так, этих своих идей, Вольфганг Паули не торопился выносить их в научные публикации. Однако среди близких ему людей темы о грядущем сведении материи и сознания в цельную согласованную картину обсуждались регулярно.

Паули всегда был очень аккуратен в формулировках и говорил об этом примерно так: «По моему личному мнению, в будущей науке реальность не будет ни ментальной, ни физической, а каким-то образом обеими из них сразу, и в то же время ни той или другой по отдельности»...¹⁹

Увы, резкий и трагический поворот в жизни ученого, явно произошедший в 1958 году, но для историков науки и поныне остающийся абсолютной загадкой, положил всемоу конец.

Известно лишь то, что в начале года, испытывая небывалое воодушевление от достигнутых успехов, Паули отправился в США для плановых лекций и рабочих встреч с коллегами. Из этой поездки, однако, ученый вернулся домой в крайне подавленном состоянии. Без каких-либо объяснений он полностью свернул совместные работы с Гейзенбергом и прекратил общение с Юнгом.

На фоне глубокой душевной депрессии у Паули довольно скоро появились и большие проблемы с физическим здоровьем. После острого приступа боли врачи обнаружили в его организме быстро прогрессирующий рак. Срочная операция уже ничем помочь не смогла, и в декабре того же года великого физика не стало...²⁰

17] P J [

18 [13]

19] P P [

20 [1 C]

3.3_КЛОД



(12)

В истории науки конца 1950-х годов известно еще несколько заметных и трудно объяснимых потерь, вызванных исчезновением выдающихся ученых из сфер плодотворной научной деятельности.²¹

Это не обязательно происходило при столь же трагичных обстоятельствах, как в случае с Паули. Но по итоговому результату – как, в частности, в истории Клода Шеннона – было равнозначно загадочной и явно преждевременной научной смерти.

Если говорить о теории информации, то ни один ученый XX века не внес в данную область такого личного вклада, который хотя бы отдаленно был сопоставим со вкладом Шеннона. Без всяких преувеличений этого человека принято именовать отцом теории информации и научной криптографии.

И этот же человек на пике блестящей карьеры по неназываемым причинам оставил большую науку, перейдя на тихую и незаметную преподавательскую работу. Причем происходила метаморфоза в уже известный интервал с 1957 по 1958 годы, когда ученому едва исполнилось 40 лет.²²

Ничего, сравнимого с его прежними шедеврами научного творчества, за весь остальной период жизни Клодом Шенноном более не создавалось. Так, во всяком случае, принято считать.

21 [1D]

22 [1F]

(13)

Но определенно имеет смысл поинтересоваться, чем занимался в последующие годы этот умнейший человек, знаменитый не только даром выдающегося теоретика, но и талантами мастеровитого инженера-конструктора.

Не секрет, например, что свой большой дом Шеннон превратил в нечто среднее между библиотекой, мастерской и музеем, где накапливались всевозможные устройства и аппараты его собственного изготовления.

А давнее увлечение ученого жонглированием со временем привело, в частности, к созданию им собственной теории этого дела – на базе основополагающей «теоремы жонглирования».²³

Причем особый интерес вызывала у Шеннона техника манипуляций множеством предметов «на отскок» – в те моменты, когда они подвисают в воздухе, прежде чем начать падение вниз.

Как жонглер-практик, он даже пытался освоить своеобразную технику жонглирования, подвешивая себя вниз головой. В качестве же инженера-конструктора он соорудил робота, уверенно жонглировавшего тремя шариками, которые при бросках вниз отскакивали от мембраны барабана.

Еще одной занятной работой Шеннона в той же струе была «философская» скульптура, изображавшая жонглера, который подбрасывает других, маленьких жонглеров, а те, в свою очередь, жонглеров еще меньшего размера...

(14)

Другой важной забавой среди «домашних развлечений» ученого были разнообразные эксперименты с тонкими взаимосвязями между случайностями и детерминизмом в нашей жизни.

Так, одно из устройств, развлекавших гостей в доме Шеннона, работало как подбрасыватель монеты. Механизм этой машинки был настроен столь точно, что можно было заранее задавать точное количество оборотов монеты в воздухе. Иными словами, как будто бы случайный вероятностный исход хрестоматийного эксперимента с выпадением орла или решки программировался здесь полностью детерминированно.

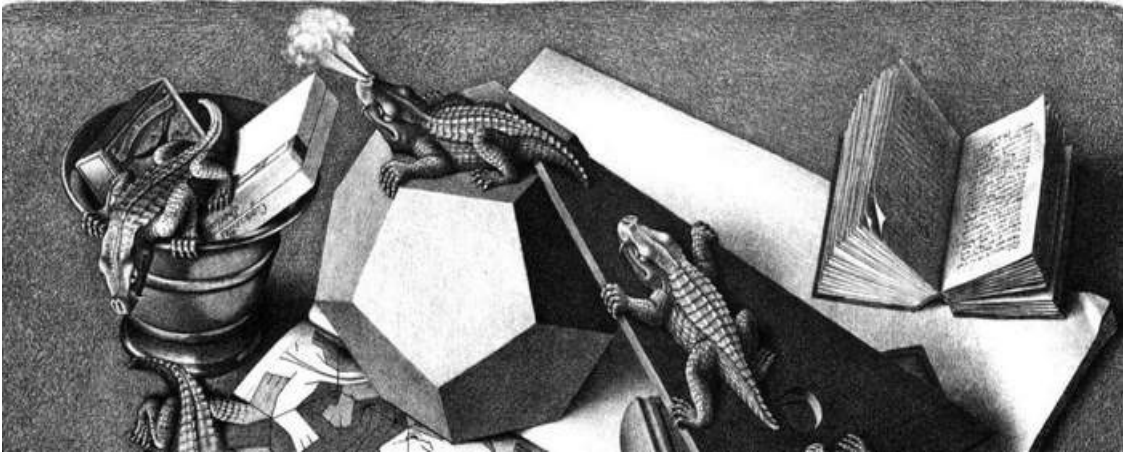
Еще один яркий пример того же ряда – сконструированный Шенноном специализированный миникомпьютер, имевший размер с пачку сигарет и позволявший стабильно обыгрывать казино в рулетку. Формулируя точнее, на основе быстрых замеров для частоты оборотов колеса рулетки и скорости вброса шарика рукою крупье, этот аппарат эффективно предсказывал наиболее вероятный «исход эксперимента» – сектор-осьмушку для остановки шарика...²⁴

Короче говоря, если посмотреть на все эти легкомысленные развлечения Клода Шеннона несколько в ином, физико-теоретическом ракурсе, увязав их с исследованиями Эверетта и Паули, то можно обнаружить весьма любопытные вещи.

23] SC [

24] TE [

4.1_БАЗИС



(15)

Идеи ученых, которые в конце 1950-х годов по тем или иным причинам «выпали» из науки, удобнее всего сопоставлять с привлечением инструментария математики. Что естественно, коль скоро математика является базовым языком для описания природы. Почему это так, правда, никто вам наверняка не скажет. Но это неоспоримый факт.

Ну а еще, особую привлекательность математике придает то, что она, цитируя известных специалистов²⁵, дает возможность оперировать объектами, даже не давая им четких определений. Есть точка, есть прямая, есть плоскость – на основе этих понятий и соотношений между ними можно, заверяют знающие люди, обучить геометрии хоть слепого.

Метафора слепоты человеческой оказывается особо уместна в контексте осмысления непостижимой природы – если вспомнить известную притчу о слепцах, пытающихся понять, что такое слон, пощупав его разные фрагменты.²⁶

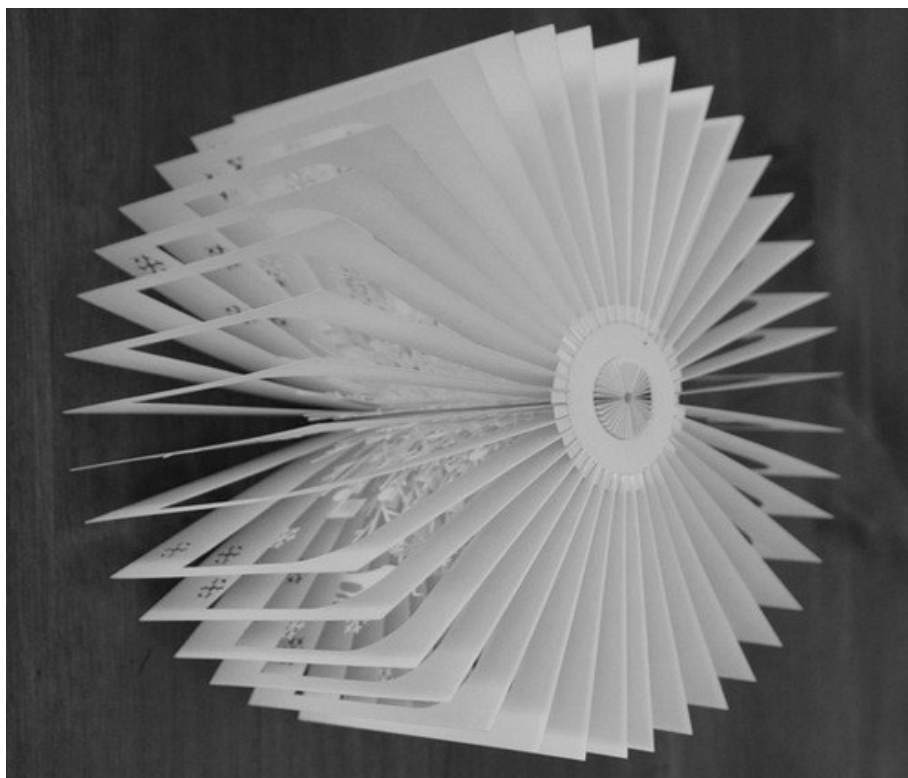
Коль скоро понятия точки, прямой и плоскости у нас заведомо имеются, несложно продемонстрировать, каким образом математика неразрывно связана с физикой через концепцию движения. То есть опираясь на идею динамики – движения – можно выводить из одного понятия все последующие.

Движение точки порождает 1-мерную линию, в частности, прямую и окружность. Движение линии порождает поверхность. Так, прямая может порождать 2-мерную плоскость двумя базовыми способами – параллельным переносом и вращением вокруг одной из своих точек.

Аналогично, 3-мерное пространство можно порождать параллельным переносом плоскости или вращением плоскости вокруг одной из своих прямых. Понятно, что этот процесс можно развивать и далее – к порождению пространств более высокой размерности.

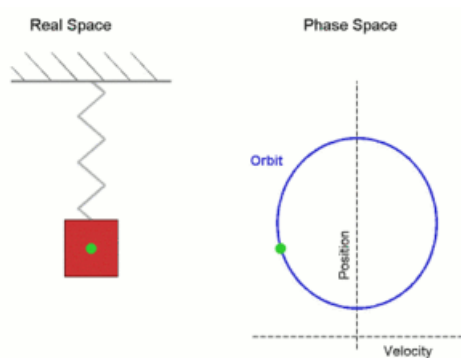
25] КУ [

26 [88]



(16)

Идея вращения заложена в основы механики и геометрии изначально. Наряду с точкой, прямой и плоскостью, фундаментально важным объектом геометрии является окружность. А равномерное движение точки по окружности, соответственно, является фундаментально важной системой в механике.



Простейшие примеры гармонического движения (Wikipedia)

Уравнение, описывающее движение точки в такой системе, как выяснилось, в равной степени подходит и для описания колебаний грузика на пружине или маятника на подвесе, и для синусоидального распространения волн, и для описания режимов колебаний струн. Из-за очевидных связей с музыкой система получила название гармонический осциллятор.

Когда на смену классической физике пришла физика квантовая, быстро выяснилось, что и там гармонический осциллятор играет ничуть не меньшую роль. Точнее сказать, куда большую. Не только потому, что строго дискретные собственные частоты звучания

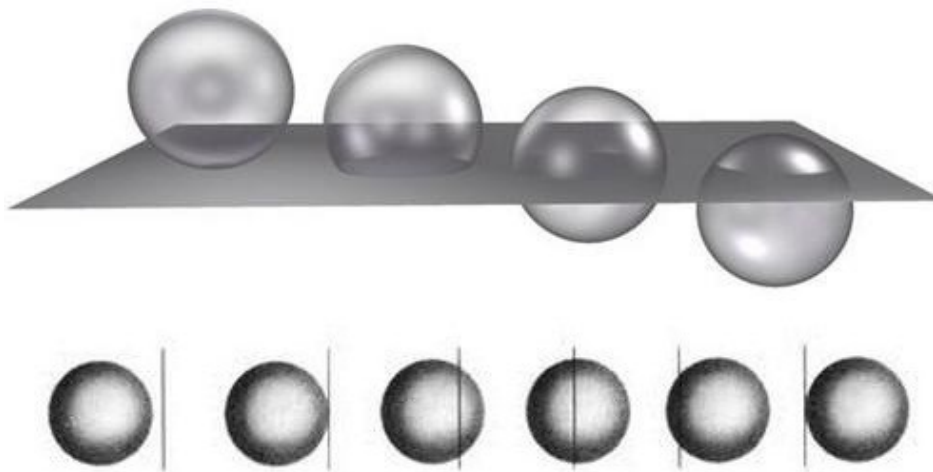
музыкальной струны – это прямая механическая аналогия для разрешенных орбит электрона в атоме. Но и по тем причинам, что волновые уравнения квантовых объектов в принципе выстроены на основе идеи осцилляций и математики комплексных чисел. А этот математический аппарат по сути идеально соответствует решению задач о движении точки по окружности (в фазовом пространстве состояний).

Еще одна очень важная геометрическая особенность осциллирующих систем – это появление в них дополнительного вращения при влиянии на колебательную систему как минимум двух воздействий. Чаще всего это явление именуют набегающей **фазой Берри** – в честь английского физика-математика Майкла Берри, в очередной раз переоткрывшего феномен в 1980-е годы. Но в действительности разные проявления того же самого эффекта были знакомы ученым и намного раньше.

Так, в классической механике уже не первый век известен «маятник Фуко» – поворот плоскости колебаний отвеса под влиянием вращения Земли. В квантовой физике общеизвестным проявлением того же эффекта считается вращение плоскости поляризации фотонов при их движении через оптоволоконный кабель. Нельзя также исключать и того, что **квантовый спин** – то есть феномен вращения частиц вокруг собственной оси – аналогично **может быть естественно объяснен через особенности осцилляции системы**.

(17)

Когда инструментарий многомерной геометрии – в XIX веке – стал входить в стандартный арсенал математики, наиболее любопытные из исследователей занялись проблемами восприятия. Иначе говоря, задолго до появления концепции 4-мерного пространства-времени начали появляться работы, посвященные тому, как наблюдатель из, скажем, 2-мерного мира будет воспринимать 3-мерные объекты.²⁷

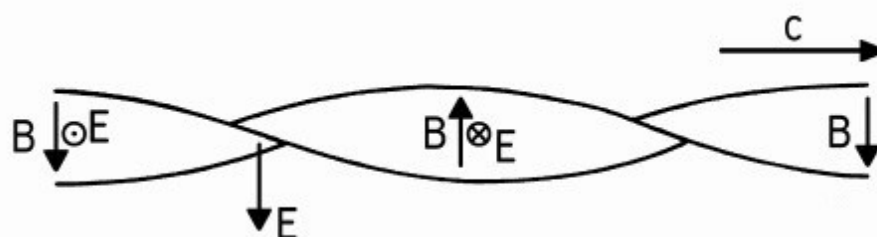


Один из наиболее характерных примеров подобного рода – это прохождение через плоский мир 3-мерной сферы. Которая обитателям плоскости будет представляться сначала крошечной точкой, затем кругом переменной – поначалу растущего, затем уменьшающегося – диаметра, и наконец вновь исчезающе малой точкой. На примере этой аналогии значительно проще себе представить, что 4-мерная сфера, проходящая через 3-мерный мир вроде нашего, будет представляться сферическим объектом с размером, изменяющимся от нуля до максимума диаметра.

От этой картины логично перейти к постоянно осциллирующим квантовым частицам и известному для них туннельному эффекту. То есть феномену прохождения квантовой

частицы через непреодолимый в классической физике барьер. Описание частицы волновой функцией показывает, что ее реальный размер (вероятностная амплитуда) периодически уменьшается до нуля. Так что в эти моменты она словно невидимая может проскакивать сквозь барьеры.

Другой важный аспект квантового мира: частицы материи взаимодействуют – квантово сцепляются – друг с другом не непосредственно, а непременно через фотон или частицу-переносчика. Для геометрического описания данной картины существенно, что перемещающийся в пространстве фотон можно представлять его плоскостью поляризации. Как правило, если фотон отражен частицей, то плоскость волны распространяется без вращения (линейная поляризация). А если же фотон частицей испущен, то плоскость поляризации вращается вокруг оси распространения (круговая поляризация).



Перекрученная лента – один из способов изображения единичного фотона с круговой поляризацией

Глядя на картину в таком ракурсе, проще представить механизм формирования квантовой сцепленности. Когда фотон исходит от одной частицы, они уже сцеплены, а плоскость поляризации фотона уже несет в себе информацию о квантовом состоянии (направлении спина) частицы. Когда же фотон достигает другой частицы, то плоскость поляризации делает «срез» ее текущего состояния. Если диаметр максимальный, то и воздействие происходит по максимуму. А если же диаметр сечения в этот момент нулевой, то никакого взаимодействия и, соответственно, сцепленности не происходит вообще.

Несложно, наверное, понять, что хотя в этой схеме движения и взаимодействия всех элементов определены детерминированной волновой функцией, итоговая картина из всех этих осциллирующих в диаметре частиц-мишеней и вращающихся плоскостей-фотонов оказывается весьма замысловатой и запутанной. Так что легче всего описывать ее приблизительными методами через вероятности амплитуд. Иначе говоря, сконструирована общая – пока совсем грубая – схема для механического описания квантового мира. Причем мира такого, который по ряду важных свойств сильно похож на разветвляющийся мир Эверетта.

(18)

В истории науки есть традиция, идущая, наверное, еще от библейских текстов с их кропотливым перечислением того, кто и кого породил со времен Адама и Евы. В научном мире, по аналогичной схеме, тоже любят фиксировать генеалогические связи поколений – кто у кого был учителем и учеником. В частности, у патриарха американской физики Джона Арчибалда Уилера, как отмечают с некоторых пор в современных энциклопедиях, самыми знаменитыми учениками стали двое: Ричард Фейнман и Хью Эверетт.

Про сложную историю со славой непризнанного при жизни Эверетта сказано уже достаточно. Про неординарную личность нобелевского лауреата Фейнмана, не говоря уже о его куда более прямой и блестящей научной карьере, ныне выпущено столько книг, что

сказано тут, кажется, чуть ли не все. Но может оказаться и так, что общеизвестны на самом деле пока еще далеко не все факты и взаимосвязи. Например, вот такого рода.

В своих лекциях и книгах Фейнмана не раз подчеркивал²⁸, что три базовые теории современной физики, описывающие фундаментальные взаимодействия, по сути очень похожи друг на друга. И выстроены на той же основе, что и исторически самая первая из них – квантовая электродинамика или КЭД (за важный вклад в ее разработку Фейнман получил Нобелевскую премию).

Все три квантовые теории – электромагнитных, сильных и слабых ядерных взаимодействий – в одних и тех же терминах вероятностей амплитуд описывают взаимодействие объектов со спином $1/2$ (вроде электронов) с объектами, имеющими спин 1 (вроде фотонов, глюонов и W -бозонов). Естественно, очень хотелось бы знать, почему все физические теории имеют столь сходную структуру?

Не имея на этот счет определенного мнения, Фейнман выдвинул сразу несколько вариантов ответа. И один из них, самый многообещающий, выглядит так. Возможно, что **все похожие явления – это на самом деле разные стороны одной и той же скрытой от нас большой картины**. Такой картины, части которой, взятые по отдельности, лишь кажутся разными – как пальцы на одной руке...

Важность этой очень глубокой идеи можно проиллюстрировать на примере так называемого интеграла Фейнмана, с помощью которого удобно обчислять события в квантовом мире. Но для начала придется напомнить один из фундаментальных принципов квантовой физики – суперпозицию состояний.

Суть принципа, вкратце, такова. Если в классической физике для всякого объекта, движущегося из точки А в точку Б, подразумевается вполне конкретная и однозначно определенная траектория, то в квантовой физике та же картина выглядит существенно иначе. Для объекта микромира, вроде электрона, такая траектория – это наложение или суперпозиция всех возможных путей из точки А в точку Б с учетом вероятностей каждого из маршрутов. Если же переходить к числовому описанию, то аналитически задача вычисляется как «взвешенное среднее» с помощью интеграла по траекториям, предложенного Ричардом Фейнманом в 1940-е годы при разработке квантовой электродинамики.

Следует подчеркнуть, что эта математическая конструкция, впоследствии прекрасно себя показавшая во множестве самых разных физических приложений, весьма далеких от КЭД, на взгляд математиков-профессионалов выглядит чрезвычайно странно. Один из научных авторитетов в математической области охарактеризовал интеграл Фейнмана такими словами: «Вообразите себе что-то вроде Эйфелевой башни, которая висит в воздухе – без фундамента с точки зрения математики. Вот она вся есть, она вся работает, а стоит она неизвестно на чем»...²⁹

Однако конструкцию Фейнмана – «взвешенное среднее» для суперпозиции всех возможных траекторий частиц с учетом вероятностей каждого из маршрутов – естественным образом можно переформулировать в терминах конструкции Эверетта с ее постоянно разветвляющимися мирами. То есть логично допускать, что обе эти схемы базируются на одном и том же теоретическом фундаменте.

Если же вспомнить, что Хью Эверетт выстраивал свою концепцию на основе теории информации Шеннона, то следующий вывод выглядит довольно занятно. Не исключено, что **математические основы интеграла Фейнмана** скрыты там же – **в глубинах теории информации**.

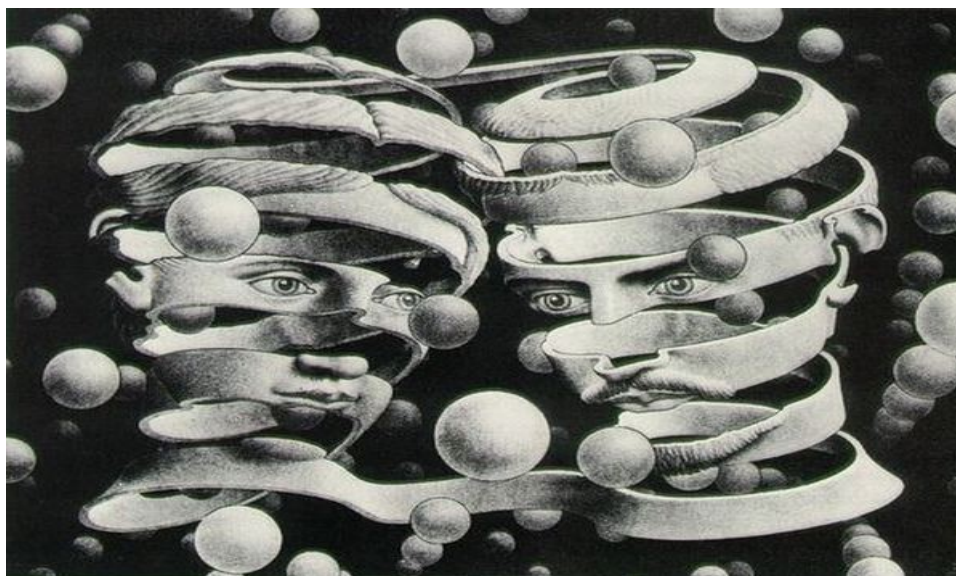
В предельно краткой формулировке данную идею с некоторых пор принято излагать максимальной «**It from bit**» – «Это [все] из бита». И вряд ли случайность, что столь красивый афоризм придумал – под конец своей долгой жизни – Джон Арчибальд Уилер³⁰. Учитель Фейнмана и Эверетта, которому довелось на несколько десятилетий пережить своих учеников.

28]FR[

29]MY[

30 [[1F](#)]

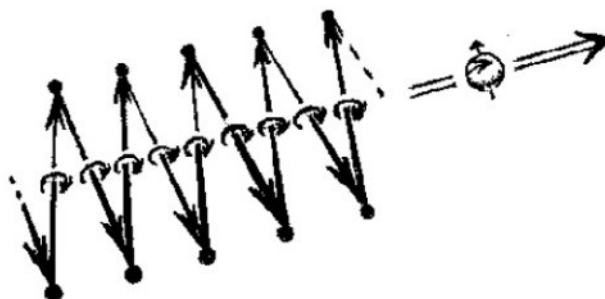
4.2_ДВУМИР



(19)

Теоретическая конструкция мультиверса в диссертации Хью Эверетта была выстроена на основе волнового уравнения Шредингера. Иначе говоря, в его концепции не затрагивались эффекты теории относительности, существенно влияющие на поведение квантовых частиц и учтенные в фундаментальном релятивистском уравнении Дирака. Понятно, что для развития эвереттовых идей до полной картины необходимо брать в учет и результаты П.А.М. Дирака.

Одна из примечательных особенностей дираковского уравнения в том, что его можно записать в своеобразном виде, который иногда называют зигзаг-представлением спинора.³¹ При таком описании всякий электрон (или другой массивный фермион со спином $1/2$) оказывается частицей, движущейся по зигзагообразной траектории и находящейся в состоянии непрерывных осцилляций между фазой леворукого вращения «зиг» и праворукой фазой «заг». Причем каждое из этих попеременных состояний само по себе является безмассовым, а масса возникает лишь при совокупном рассмотрении картины.



Зигзаг-представление электрона

В этом же описании имеется константа взаимодействия, которая у Дирака управляет скоростью перебросов между «зиг» и «заг» частями дираковского спинора. В более поздней теории Хиггса, появившейся в 1960-е годы, эта константа превращается в особое – хиггсовское – поле, которое входит в уравнения как еще одно взаимодействие, порождающее у фермионов массу...

Описывая это поле чуть иначе, зигзаг-осцилляции частиц происходят в некой всепроникающей субстанции типа сверхтекучей жидкости, которая равномерно заполняет собой все пространство вселенной. И если вдуматься в суть этой концепции, то получается, что общепринятый на сегодня механизм Хиггса в неявном виде вернул в описание природы как необходимость особый флюид, прежде именованный у физиков термином эфир.³²

(20)

Доминировавшая в физике XIX века, идея эфира была необходима ученым для объяснения света и прочих электромагнитных взаимодействий. В XX веке, отринув эфир, физики открыли еще два совершенно других фундаментальных взаимодействия, сильное и слабое ядерные. Причем общая математическая структура всех этих механизмов определенно направляет теоретиков к поиску единой конструкции, способной объединить в себе все три (в идеале конечно четыре, вместе с гравитацией) фундаментальных взаимодействия.

Но попутно с этим движением к объединению явно просматривается и модель осцилляций частиц в некой очень специфической среде – именуемой «поле с ненулевой энергией вакуума» и обладающей свойствами сверхтекучего флюида.

Подчеркнуть отчетливую параллель между полем Хиггса и эфиром полезно сразу по нескольким причинам. Прежде всего, чтобы **вспомнить о давно забытых исследованиях норвежского ученого Карла Бьеркнеса.**

В конце XIX века он строго математически, на основе уравнений гидродинамики и концепции эфира как всепроникающей среды выстроил «**теорию пульсирующих сфер**», с помощью которой объяснил практически все известные в ту пору эффекты электромагнетизма. Более того, общую верность модели Бьеркнеса наглядно подтверждали его остроумные эксперименты с жидкостями и погруженными в них колебательными системами.³³

Один из наиболее эффектных результатов теории, в частности, выглядел так. Периодически изменяющие свой размер сферы при пульсациях в одной фазе порождают волны, приводящие к их взаимному отталкиванию, а при колебаниях в противофазе – к притяжению. Причем сила этого взаимодействия обратно пропорциональна квадрату расстояния между «зарядами» – как в законе Кулона.

Также необходимо отметить, что пульсирующие сферы Бьеркнеса были прямым механическим воплощением абстрактной идеи Максвелла о «токе смещения». Иными словами, той самой идеи, на основе которой он выстроил свои фундаментальные уравнения электромагнетизма, вполне успешно и без всяких модификаций перекочевавшие в физику XX века.

Единственным отличием стало лишь то, что в новой физике старомодный «ток смещения», сопровождающий осцилляции частиц в эфире, стали именовать «релятивистской поправкой». Иными словами, Максвелл, сам того не ведая, предсказал в своих уравнениях эффекты теории относительности за много десятилетий до ее рождения...³⁴

32 [40]

33 [44] [45]

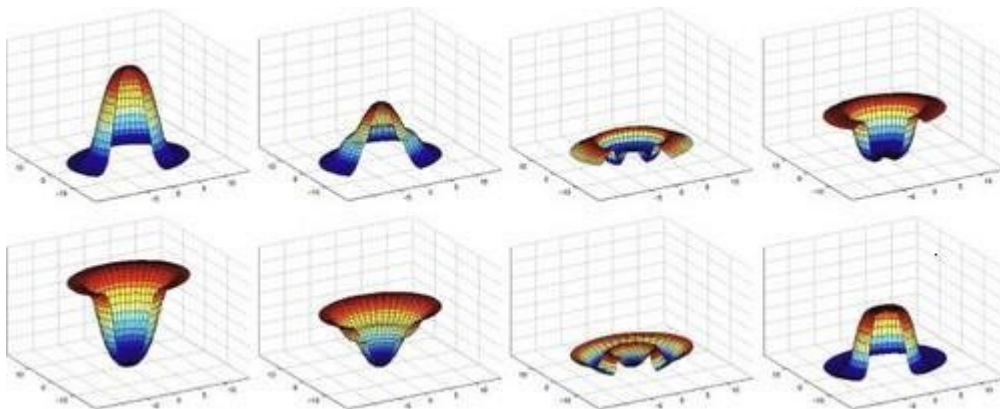
34 [5D]

(21)

Еще одна важная причина для единого взгляда на классическую и квантовую физику – это совсем недавнее, сделанное в середине 1990-х годов, **открытие осциллонов** или осциллирующих солитонов. Открыли этот примечательный феномен физики-экспериментаторы, работающие с гранулированными материалами в состоянии периодической вибрации.³⁵

По сию пору плохо изученная физика гранулированных сред³⁶ – песка, порошков, суспензий, коллоидов – особо интересна тем, что эти материалы в состоянии вибрации могут демонстрировать взаимно исключающие, казалось бы, свойства твердых тел-кристаллов, подвижных жидкостей и всепроникающих газов. Примерно такой же озадачивающий набор свойств, можно напомнить, в старину приходилось предполагать для эфира. Причем математически наиболее продвинутой, последней моделью эфира, что любопытно, была концепция гранулированной среды под названием «вихревая губка» Кельвина.³⁷

Если же говорить конкретнее об осциллонах, то главная особенность данной разновидности волн в гранулированной среде – их редкостная стабильность. Однажды возникнув, эта уединенная волна может вздыматься и опадать, сохраняя свою идентичность, сколь угодно долго – пока длится эксперимент.



Фазы колебаний осциллона

Другая, не менее важная особенность осциллонов – это специфика их взаимодействия, явно отсылающая к давней теории пульсаций Бьеркнеса. Находясь в одинаковой фазе колебаний, осциллоны взаимно отталкиваются, а будучи в противоположных фазах – притягиваются друг к другу.

Формулируя факты чуть иначе, вместе с новым открытием обозначились замечательные возможности. Через объединение осциллонов с теорией Бьеркнеса видится доходчивое и внятное объяснение не только общеизвестных явлений (объясняемых в учебниках крайне неуклюже), но также и поныне загадочных тайн электричества и магнетизма.

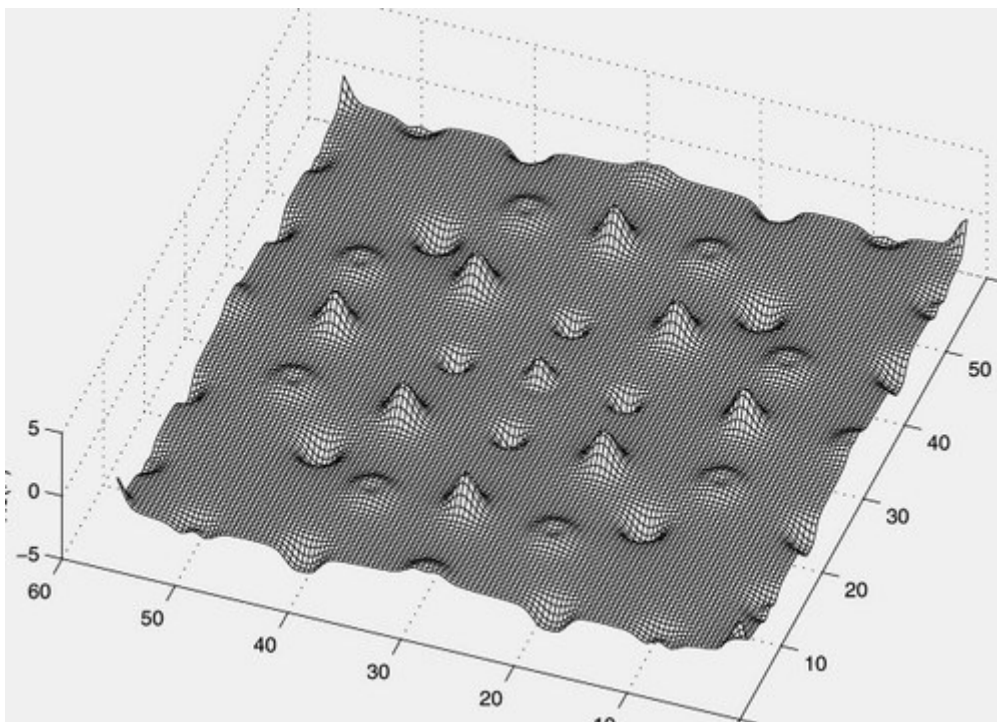
Вроде красивого и естественного разрешения загадки о строгом равенстве электрических зарядов у таких разных по своим свойствам электрона и протона. Или тайны полного соответствия количества электронов количеству протонов во вселенной.³⁸

35 [43]

36 [4B]

37 [51]

38 [40]



Загадки подобного рода разрешались бы легко и просто, если бы удалось показать, что протон и электрон – это на самом деле противоположные фазы колебаний одного и того же осциллона. Но большая проблема данного подхода в том, что фазы осциллона в гранулированной жидкости выглядят примерно одинаково – как холмы и ямы на поверхности.

В то время как протон больше электрона почти в две тысячи раз. А кроме того, весь опыт научных наблюдений показывает, что электроны и протоны сохраняют свою идентичность, не превращаясь то и дело друг в друга.

Для преодоления этой проблемы самое время вспомнить о квантовом эффекте *Zitterbewegung* или «дрожание» – как иначе называют зигзаг-осцилляции частиц. И сопоставить данную картину с другим феноменом – носящим название «нарушение симметрии» и лежащим в основе современной квантовой теории поля.

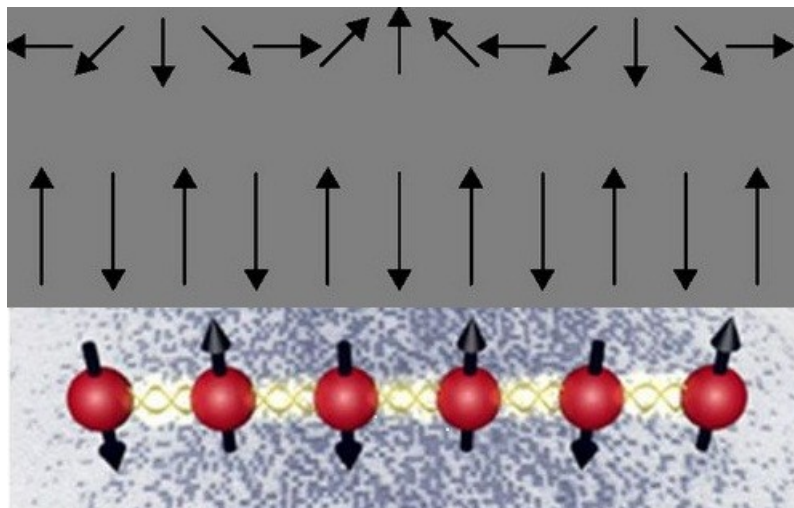
(22)

Опираясь на релятивистское уравнение Дирака, можно констатировать, что и электрон, и протон, пребывая в своем *Zitterbewegung*, постоянно делают перескоки типа вверх-вниз. Причем эти направления «вверх» и «вниз» являются для каждой частицы своими собственными, произвольно задаваемыми направлениями оси их спина. Однако это соображение справедливо только в наблюдаемом нами 3-мерном пространстве.

А в четвертом измерении – времени – весь наш мир, как известно, постоянно сдвигается лишь в одном направлении: из прошлого в будущее. Иначе говоря, рассматривая проекцию спина массивных частиц на ось времени, можно говорить, что в 4-м измерении все они испытывают перескоки в одном и том же направлении.

В математической терминологии ситуацию, когда все направления ориентации элементов прежде были равноправными – или симметричными – а затем стали согласованно ориентированными в одну сторону, называют «нарушением симметрии».

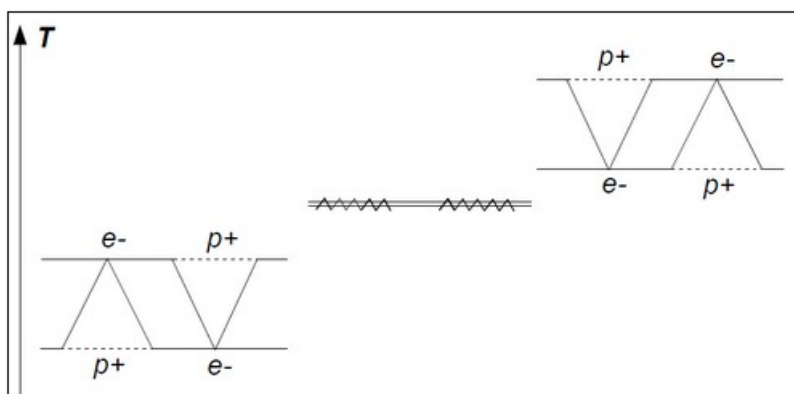
В классической физике очень подходящий пример этого явления дает феномен антиферромагнетизма. Как и прочие вещества с магнитными свойствами, антиферромагнетики состоят из молекул с дипольным моментом, которые ведут себя как крошечные магнитики. При высокой температуре все эти магнитики сориентированы в веществе беспорядочно, то есть каждое направление равноправно, а вся система в целом является симметричной.



Когда же температура системы понижается, в определенной точке происходит спонтанное упорядочивание магнитиков по одной оси. То есть симметрия направлений в системе оказывается нарушена. Причем в антиферромагнитных веществах каждый магнитик при спонтанном упорядочивании выстраивается антипараллельно своим соседям. Иначе говоря, ось общего направления у них одна, но полюса у соседних молекул смотрят в противоположные стороны.

Сопоставив эту картину спонтанного нарушения симметрии с феноменом осциллонов и «дрожанием» массивных частиц по оси времени, осталось сделать совсем немного. Предположить, что зигзаг-перескоки частиц происходят не в одном и том же мире, а с одной мембраны-пространства на другую. Тогда решение оказывается почти самоочевидным. Протон – это широкое основание осциллона на одной мембране, а электрон – почти точечная вершина того же осциллона на другой мембране.

Формулируя аккуратнее, об электроне более правильно говорить не как о «вершине холма», а как о нижней точке конической «ямы» осциллона. Потому что в условиях сдвоенной мембраны, постоянно находящейся в состоянии вибраций, фазы осциллона типа «холм» оказываются менее стабильными и выполняют роль античастиц. То есть исчезают в результате аннигиляции. Подобного рода пару вибрирующих в противофазе мембран в современной физике принято именовать системой «брана-антибрана».

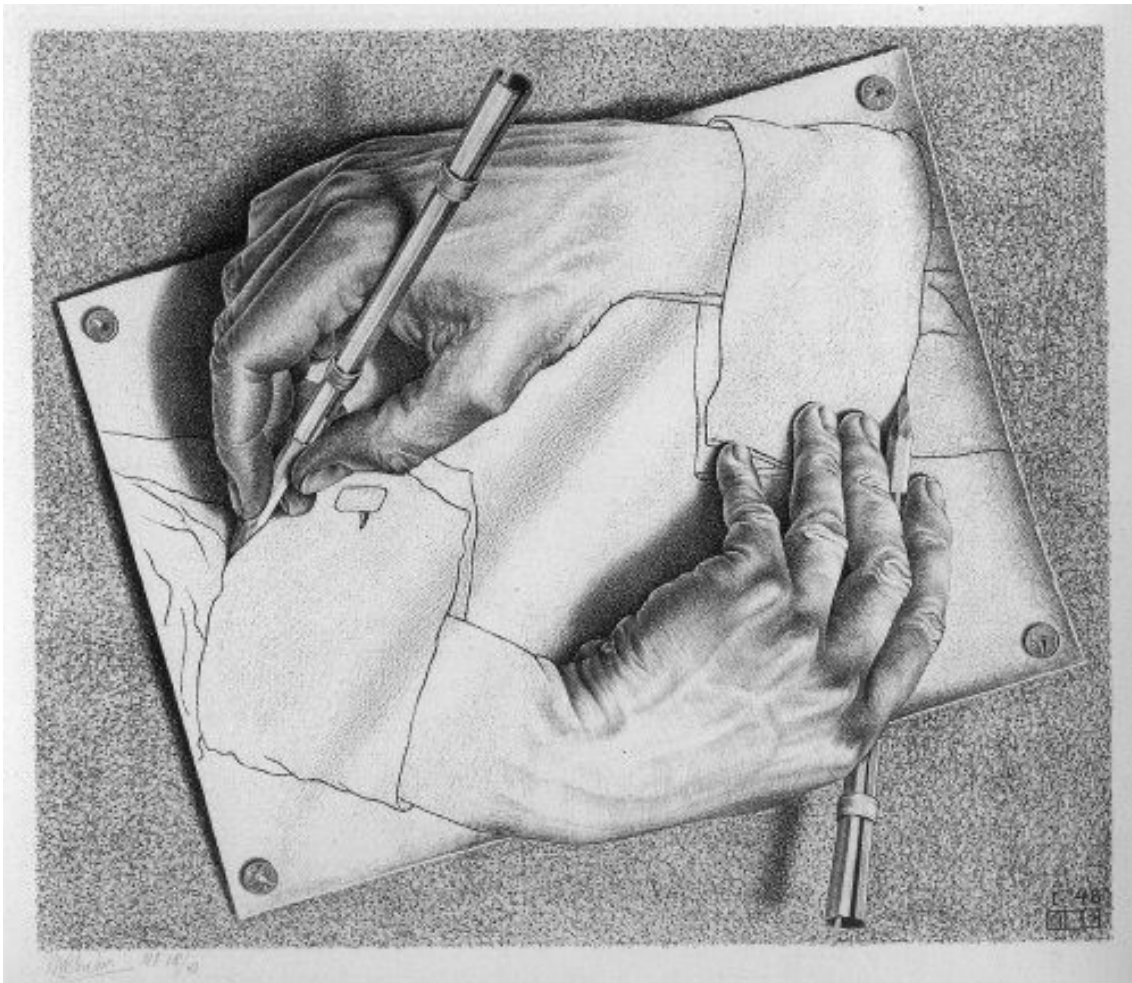


Таким образом, на паре мембран остается лишь стабильная версия осциллонов в форме конической «ямы»-протона и ее «дна» в форме точечного микровихря-электрона, синхронно перескакивающих с одной поверхности на другую – вдоль оси времени.³⁹

Соответственно, в результате данного процесса – спонтанного нарушения симметрии – общая картина мира оказалась раздвоенной на две одинаковые половины. Причем частицы этих половин все время меняются местами, а обитатели миров-мембран даже не подозревают о существовании своего неотъемлемого дополнения.

Завершая первичное описание данной модели, осталось напомнить о том необычайном воодушевлении, которое испытывал Вольфганг Паули, сделав свое открытие «о раздвоении и уменьшении симметрии». У историков науки нет никаких документов, поясняющих суть того духоподъемного открытия. Однако теперь есть возможность показать, что в современной физике не только переоткрыты вещи, очень созвучные описанию Паули, но и выводы, которые из этого следуют, также выглядят чрезвычайно воодушевляюще.

4.3_СУСИ



(23)

Одна из наиболее привлекательных особенностей модели мира как сдвоенной мембраны – это **возможность естественного объяснения для феномена квантовой сцепленности**. То есть непостижимого иначе научного факта, согласно которому квантовые частицы способны мгновенно взаимодействовать друг с другом в полной независимости от разделяющего их расстояния.

В условиях сдвоенной конструкции всех частиц намного легче представить ситуацию, когда они поначалу образуют единую – когерентную – квантовую систему на обеих мембранах, а затем происходит деликатная эволюция половины системы лишь на одной из мембран. Иначе говоря, исследователи в одном из миров могут аккуратно разделять частицы – не ведая, что работают лишь с половинками пар – и разнести их далеко друг от друга без нарушения, или коллапса, их квантовых состояний.

При этом вторые половинки пар на другой мембране свое положение не меняют и по-прежнему остаются единой квантовой системой. Но если затем измерить – то есть подвергнуть фиксации – состояние одной из разнесенных частиц, то произойдет фиксация или схлопывание состояния и парной ей частицы на второй мембране. А значит, схлопывается вся эта «четверичная система» в целом. Из-за чего на мембране

эксперимента другая частица в независимости от дальности тут же «почувствует», что состояние первой изменилось...

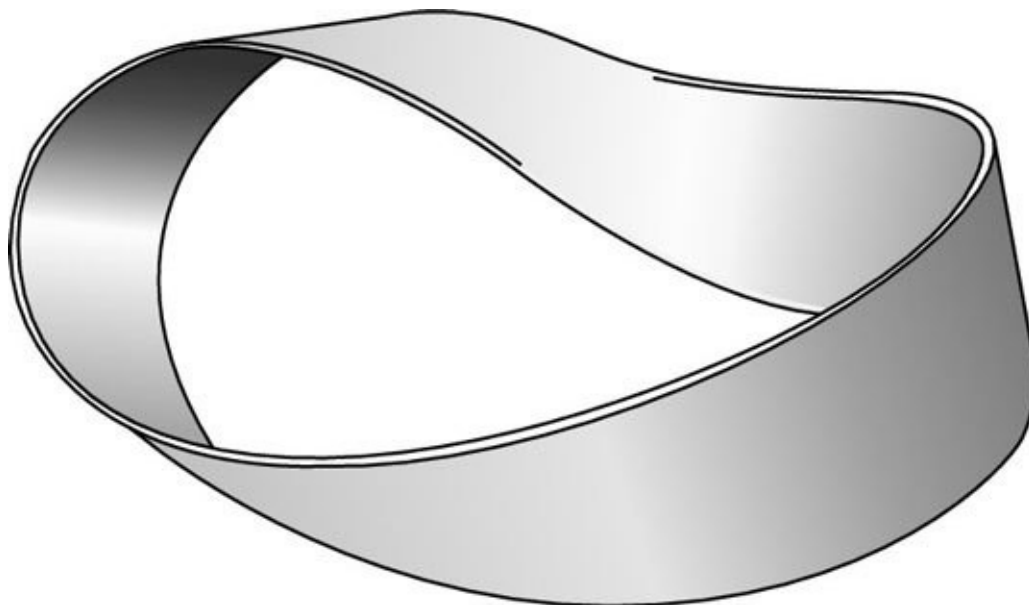
Вся эта схема, однако, может работать лишь в том случае, если частицы-пары (электрон-протон), живущие сразу на двух мембранах, способны легко и просто образовывать единое квантовое состояние с другими такими же парами. А возможность этого, увы, далеко не очевидна. Потому что практически все физические взаимодействия между частицами – за единственным исключением – должны происходить лишь в пределах одной мембраны. Иначе факт существования второго параллельного мира был бы давно уже установлен и подтвержден многочисленными экспериментами.

Единственное исключение составляет гравитация. Теория допускает, что гравитационное взаимодействие между мирами-бранами возможно. Однако эффекты гравитации настолько ничтожно малы в сравнении с остальными взаимодействиями, что квантовые эксперименты в этой области остаются делом гигантской сложности.

Не говоря уже о том, что и на теоретическом уровне красиво и убедительно встроить гравитацию в квантовую физику пока еще никому не удалось. Хотя **общая схема объединения – через идею дискретной или гранулированной структуры пространства-времени** – уже более-менее обозначилась.⁴⁰

(24)

Но прежде, чем разбираться с особенностями механизма, связывающего в модели квантовую гравитацию и квантовую сцепленность, целесообразно рассмотреть несколько важных идей и следствий, вытекающих из общей двухбранной конструкции. Одна из центральных здесь идей – это **концепция вселенной как замкнутой односторонней поверхности**. Самым простым примером такой поверхности является **лента Мебиуса**.⁴¹



Соответственно, мир как лента Мебиуса является самым простым и естественным объяснением того, что количество положительных и отрицательных электрических зарядов во вселенной всегда равно друг другу. Так что суммарный электрический заряд мироздания неизменно остается равным нулю.

40 [8С]

41 [49] [6С]

В науке физике, можно напомнить, этот факт предполагается, но никак не доказывается. В условиях ленты Мебиуса картина становится самоочевидной. Просто оттого, что **любой положительный заряд протона в одном месте вселенной – это в то же время отрицательный заряд электрона где-то в противоположном конце мироздания.**

Кроме того, особенности топологии ленты Мебиуса на самом деле содержат в себе много, много больше. Чуть ли не любой факт, установленный математиками для этого объекта, позволяет красиво объяснять известные, но плохо постижимые факты в устройстве природы.

Например, лента Мебиуса тесно связана со спином квантовых частиц. Известное значение спина $1/2$ для массивных частиц-фермионов в геометрическом представлении означает, что для возвращения вращающейся частицы в исходное состояние ее ось надо перевернуть не на 360 градусов, как обычно, а на 720. То есть сделать два полных оборота.

Этот факт поначалу выглядел для теоретиков весьма странно и загадочно. Пока Поль Дирак не показал, что такая эволюция электрона на орбите соответствует движению частицы по ленте Мебиуса: когда один обход ленты приводит к изменению направления спина на антипараллельное, а для полного возврата надо сделать два оборота.⁴²

При сочетании этой геометрической схемы с гидродинамической моделью осцилляций (по Бьеркнесу) появляется на удивление простое объяснение для целого ряда темных мест в физике электромагнитных взаимодействий частиц. Достоверно известно, например, что на каждой орбите атома может находиться лишь максимум два электрона, которые хотя и имеют одноименный заряд, но друг другу совершенно не мешают, имея антипараллельные спины.

Другой факт. Общепринятое объяснение сверхпроводимости построено на основе куперовских пар – электронов с антипараллельными спинами, которые без взаимного отталкивания объединяются по двое и движутся в проводнике без сопротивления. Наконец, из экспериментов со столкновениями протонов в ускорителях известно, что если спин протона-снаряда и спин протона-мишени антипараллельны, то одна частица проходит сквозь другую так, словно ее и нет вовсе. Вопреки, надо подчеркнуть, всем теоретическим предсказаниям.⁴³

Нельзя не заметить, что во всех перечисленных фактах спины частиц, не вступающих в обычные электромагнитные взаимодействия друг с другом, направлены антипараллельно. То есть различаются на 180 градусов. Или на одну четверть от 720 градусов. Для физики XX века это ничего особенного не означает. Однако в теории пульсаций Бьеркнеса, разработанной почти полтора века назад, математически показано, что **между частицами, осциллирующими с разностью фаз в одну четверть, никакого электромагнитного взаимодействия не происходит...**⁴⁴

(25)

Вполне возможно, что заманчивая идея об устройстве мира на основе ленты Мебиуса уже давно утвердилась бы в науке, если бы не одно препятствие совершенно принципиального характера. В терминах топологии эта проблема известна как различие между ориентируемыми и неориентируемыми поверхностями. Излагая попроще, для вещей нашего мира характерно очень четкое различие между перчатками правой и левой руки. А стрелки часов всегда идут лишь в одну сторону. Эту особенность именуют ориентируемостью пространства.

42 [67]

43 [59]

44 [45]

Лента же Мебиуса, как и прочие односторонние поверхности более сложной конфигурации, является неориентируемым пространством. То есть при однократном обходе такого мира обнаруживается, что правые перчатки превращаются в левые и наоборот. А стрелки часов могут двигаться по циферблату в противоположном направлении. Понятно, что с реальностью нашего мира такие особенности пространства не согласуются никак.

Тут, однако, пора вспомнить, что в исследуемой модели пространства поверхность не просто односторонняя, а состоит из двух близко соседствующих мембран. Примечательно, что именно такая – двухбранная – модель с 1990-х годов стала у физиков предметом очень глубокой теоретической проработки. В первую очередь, благодаря известной конструкции⁴⁵ Петра Хоравы и Эда Виттена, которые с ее помощью продемонстрировали эквивалентность пяти конкурирующих теорий струн, прежде считавшихся несовместимыми.⁴⁶

Более того, двухбранная модель «с перескоками» интересна еще и тем, что в приложении к ленте Мебиуса она способна превращать неориентируемую поверхность в более привычное нам ориентируемое пространство. Правда, для этого требуется нечто весьма необычное – чтобы и частицы, и все состоящие из них объекты при перескоках с браны на брану изменяли направление своего вращения на противоположное.

Необычно это тем, что именно такого рода переходы очень долгое время считались невозможными как в природе, так и в математике, занимающейся гладкими преобразованиями. Формулируя образно, полагалось самоочевидным, что для обращения направления закрученности вихря – иначе еще говорят «переворота киральности» – этот вихрь требуется сначала разрушить.

Однако на рубеже 1990-2000-х годов было установлено – и в теории, и на практике – что на самом деле вполне возможны и гладкие перевороты вихрей.

Сначала, в 1997 году, это было показано дуэтом струнных теоретиков, Евой Силверстейн и Шамитом Качру⁴⁷. На основе двухбранной модели Хоравы-Виттена они продемонстрировали, что **пространства соседних бран могут быть тесно связаны друг с другом через фазовые переходы частиц с одной мембраны на другую**. Причем переходы такие происходят через весьма специфическое состояние системы, нетривиальную «**точку сжатия в пространстве модулей**», после прохода которой частицы меняют свою киральность на противоположную.⁴⁸

Вскоре, в 2001, появился и близкий по сути экспериментальный результат. В области лазерной оптики международная группа исследователей из Испании и США сконструировала прибор, позволяющий не только добиваться переворота спиральности в закрученном винтом луче света, но и сделать снимки с подробностями работы этого механизма.⁴⁹

Исследования феноменов нелинейной оптики, важные и сами по себе, особо интересны тем, что имеют много общего с физикой квантовых супержидкостей, вроде конденсатов Бозе-Эйнштейна (КБЭ). В частности, поведение квантовых вихрей в КБЭ и в лазерной оптике описывается сходными уравнениями.

Как показали эксперименты с лазером, после того, как спирально закрученный пучок света проходит через цилиндрическую линзу, прежде круглая сердцевина луча начинает сплющиваться в вытянутый эллипс, пока не вытягивается в исчезающе тонкую линию. А после того, как свет проходит через фокус линзы – или «**точку сжатия**» – эта линия снова превращается в эллипс, однако энергия в нем уже циркулирует в противоположном направлении...⁵⁰

45] WH [

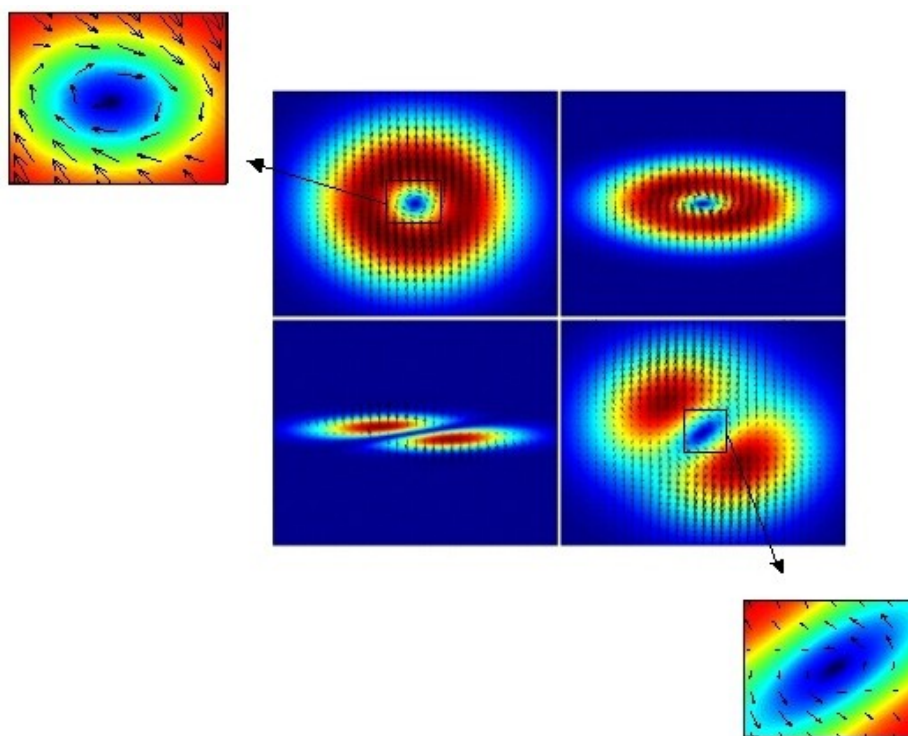
46 [[84](#)]

47] KS [

48 [[89](#)]

49] MT [

50 [[67](#)]



Процесс переворота топологического заряда

(26)

Примечательная особенность в механизме переворота оптического вихря или «топологического заряда» – это экспериментально наблюдаемая фаза его вытягивания в узкую линию или тонкую вихревую трубку.

Результат этот особо интересен по двум причинам. Во-первых, тем, что картинка данного явления очевидно напоминает астрономические снимки спиральных галактик с перемычкой-баром в ядре. И тот же самый образ, в виде метафоры с крутящимся «разбрызгивателем воды на садовой лужайке», часто фигурирует в популярных описаниях самых разных физических теорий – от ядерной физики до суперструн и квантовой гравитации.⁵¹



Во-вторых, весьма нетривиальная фаза тонкой вихревой трубки, возникающая при схождении двух соседних бран, может иметь, похоже, самое непосредственное отношение к решению очень большой проблемы в красивой теории под кратким названием SUSY или СУперСИмметрия. Но для начала имеет смысл хотя бы несколько слов сказать о собственно суперсимметрии.

В Стандартной Модели – как вершине современной квантовой физики – имеется довольно много искусственных натяжек, где правильные уравнения получаются подгонкой свободных параметров под результаты экспериментов. И есть понимание, что нужна новая теория, сохраняющая все сильные стороны старой, но объясняющая природу взаимодействий более естественным образом.

По многим своим свойствам на эту роль подходит так называемый принцип суперсимметрии. Базовая идея SUSY довольно проста. Если бы удалось найти в природе такую симметрию, которая каждому фермиону сопоставляет свой бозон, а каждому бозону, соответственно, находит свой парный фермион, то многие из серьезных проблем стандартной модели исчезли бы сами собой.

Формулируя тот же самый принцип чуть иными словами, для каждой имеющейся во вселенной частицы со спином $1/2$ (фермиона) требуется парная ей частица со спином 1 (бозон). И наоборот.

При математическом анализе этой суперсимметричной картины выясняется и еще одна замечательная вещь. Выполнение двух последовательных суперсимметричных преобразований к системе таких частиц приводит к появлению той же самой системы, что была вначале, но только с другими пространственно-временными координатами. Иначе говоря, каким-то образом эта суперсимметрия преобразует пространство-время. А значит, открывается также и путь к постижению квантовой природы гравитации...

Короче говоря, математически вся эта картина полной симметрии выглядит чрезвычайно красиво и заманчиво. Однако в природе ничего похожего на суперсимметричных партнеров для известных частиц не наблюдается и близко. Но при этом интуиция подсказывает ученым, что **надо упорно продолжать поиски СУСИ**. Потому что – **ну не может быть такая красота совершенно бесполезной**.

Для того, чтобы плавно вернуться от SUSY к фазе тонкой вихревой трубки, возникающей при схождении бран, можно напомнить историю о том, как в теории струн родился известный ныне термин «суперструны». Когда в струнной теории научились объединять бозонные и фермионные поля в единую систему, то суперсимметрия возникла там автоматически – сама собой...

И дабы сделать длинную историю покороче, конкретно интересующая нас задача была подробно рассмотрена в 2005 году группой струнных теоретиков, включающей в себя уже упоминавшуюся Еву Силверстейн. Благодаря этому исследованию⁵², в частности, выяснилось, что эволюция вихревой трубки в процессе схождения-расхождения мембран сопровождается радикальными переменами в топологии поверхностей.

С одного конца трубки отрывается – или испускается – частица-тахин, покидающая пространство сдвоенной мембраны (важная, как выясняется, роль этих частиц будет рассмотрена чуть позже). На другом же конце трубки образуется другая частица с необычными свойствами. Частица имеет спин 2, что свойственно гравитону, но при этом как бы раздвоена, обладая «разделенной продольной модой»...

Поскольку после этого вихревая трубка исчезает, а мембраны расходятся с разрывом причинно-следственных связей между ними, итоговый результат исследования был сочтен теоретиками крайне озадачивающим. И что с этим делать дальше, осталось неясным.⁵³

52] AL [

53 [[8A](#)]

Если же смотреть на открывшуюся картину с позиций несколько иной модели – где частицы-фермионы через фазу тонкой трубки с переверотом киральности меняются местами при каждом сближении бран – то приоткрывается целый набор неожиданных ответов на давно поставленные в физике вопросы.

О том, в частности, что прекрасная SUSY действительно существует в природе во всей своей красе. И о том, почему нами она не наблюдается. И откуда-куда при СУСИ-преобразованиях сдвигается пространство-время. И о том, наконец, что же представляет собой гравитон – неуловимая частица квантовой гравитации.

4.4_ФОКУС



(27)

Когда Альберт Эйнштейн к 1916 году создал свою теорию гравитации или ОТО (общую теорию относительности), до рождения квантовой механики оставалось еще примерно лет десять. Иначе говоря, ОТО изначально была и по сию пору остается чисто классической теорией. Однако недвусмысленный намек на единство гравитации и квантовой физики был получен практически сразу – в красивой теоретической работе Теодора Калуцы.⁵⁴

В 1919 году Калуца показал, что если добавить в уравнения ОТО еще одно – пятое – дополнительное измерение, то происходит удивительная вещь. Оказалось, что при таком подходе удастся элегантно свести теорию гравитации Эйнштейна и теорию электромагнетизма Максвелла в единую и однородную концептуальную систему. (Формулируя чуть иначе – с позиций современной науки – уже тогда поступил сигнал, что между гравитоном и фотоном имеется какая-то непосредственная связь.)

В частности, Калуцей было показано, что уравнения ОТО для случая пяти измерений можно преобразовать таким образом, когда они раскладываются на описание трех взаимосвязанных подсистем: (1) обычная четырехмерная гравитация Эйнштейна; плюс (2) набор, эквивалентный максвелловским уравнениям для электромагнитного поля; и плюс (3) еще одно неясное поле скалярной природы.

Скалярным полем, можно пояснить, в физике именуют силовое поле, имеющее всего одну компоненту, которая воздействует на каждую точку пространства в независимости от поворотов системы координат. В качестве наглядного примера такого поля нередко приводят океанические приливы и отливы – когда уровень океана прибывает-убывает в какой-то точке водной поверхности сразу со всех сторон. В отличие от ветра или течения реки, которые имеют направление и описываются в терминах векторного поля.

54 [85]

Пример с осциллирующим скалярным полем приливов-отливов особо хорош тем, что с помощью наглядных гидродинамических аналогий позволяет проиллюстрировать всю глубину открытия Калуцы, намного опередившего свое время. (А кроме того, предоставляет и вполне прозрачную аналогию для механизма, обеспечивающего вибрацию системы в физике осциллонов.)

Уже в теории электромагнетизма Максвелла, выстроенной на основе концепции «тока смещения», или иначе пульсации зарядов, ничего не говорится о том, какая энергия все время подпитывает эти непрерывные осцилляции. Они просто есть. Позднее, с появлением квантовой физики, такие вещи, как непрерывное вращение частиц и постоянное излучение ими виртуальных фотонов – с явными нарушениями закона сохранения энергии – тоже стали принимать как данность. Это просто есть, хотя и совершенно неясно откуда.

С другой стороны, очевидные взаимосвязи – через теорию пульсаций Бьеркнеса – между электромагнетизмом Максвелла и недавно открытым феноменом осциллонов указывают на источник этой скрытой энергии вполне отчетливо. В основе всех упомянутых явлений – осцилляции частиц, их вращений, испусканий виртуальных фотонов – должно иметься (осциллирующее) скалярное поле. И именно это поле является неотъемлемым компонентом в давно известных уравнениях Теодора Калуцы.

Конечно же, в современной физике, особенно в теории струн, гипотетическое скалярное поле Калуцы давно и разносторонне изучается. Его кванты-частицы известны под разными названиями типа дилатон, гравискаляр или радион. Более того, с опорой на дилатон ныне пытаются объяснить труднейшие проблемы – и темную энергию, и инфляционное расширение вселенной, и проблемы с поисками SUSY.

Но никем, похоже, пока так и не выдвинута идея, на которую достаточно прозрачно указывает единство скалярного поля, электромагнетизма и гравитации в уравнениях Калуцы. Идея о том, что **фотоны и гравитоны в действительности могут быть разными проявлениями одного и того же феномена.**

(28)

Для того, чтобы внятно и коротко пояснить суть идеи «гравитон как пара фотонов», удобно начинать от SUSY и геометрического смысла спина. Естественно, в контексте постоянно вибрирующей сдвоенной мембраны, две стороны которой все время то расходятся, то сходятся вновь для перескока частиц с браны на брану.

Величина спина $1/2$ для частицы-фермиона – протона и электрона – на такой бране (имеющей форму ленты Мебиуса) геометрически означает, что его ось вращения направлена перпендикулярно или «поперек» плоскости браны. Или, иначе, совпадает с осью времени, вдоль которой мембрана сдвигается в каждом такте схождения-расхождения бран.

Соответственно, значение спина 1 для частицы-бозона – фотона света – геометрически означает, что ось его вращения направлена «вдоль» мембраны или перпендикулярно оси времени. Образно выражаясь, **фотон «не чувствует» измерение времени, постоянно находясь в настоящем без прошлого и будущего.**⁵⁵

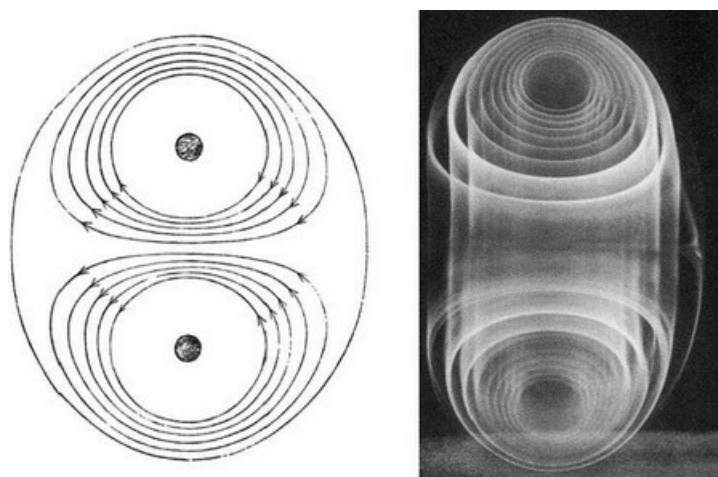
Ранее было показано, что при взаимном схождении бран фермионная пара частиц протон-электрон делает довольно хитрый переворот, сопровождающийся фазой тонкой трубки и испусканием комплекса частиц. Это очень важный момент, поскольку концы вихревой трубки – в смысле целостной системы – обозначают протон и электрон, а ось трубки совершает поворот, обеспечивающий фермионам переворот киральности при перескоке с браны на брану.⁵⁶

55 [67]

56 [89]

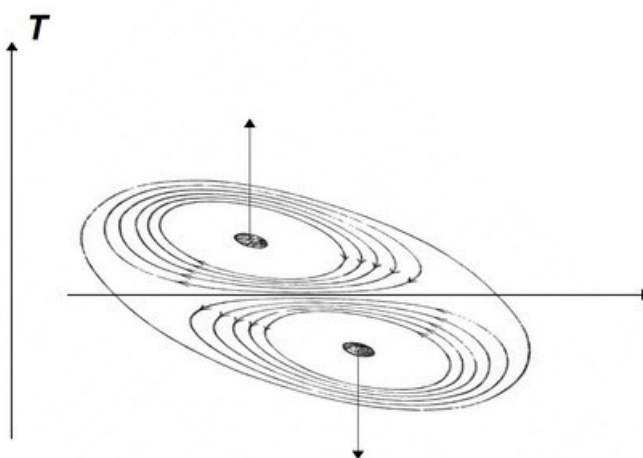
Иначе говоря, в момент схождения бран ось трубки оказывается перпендикулярна оси времени. А это означает, что с геометрической точки зрения значения спинов протона и электрона в этот момент становятся равны по 1. То есть каждый из исходных фермионов обретает в этой фазе по парному для него бозону. Вот только из нашего мира триумф SUSY увидеть никак невозможно. Но подробнее об этом чуть позже.

Здесь же для полноты картины осталось отыскать в фазе схождения бран еще и фермионного партнера каждому кванту света или единичному фотону. Для этого пора вспомнить, что с обеих концов вихревой трубки при схождении бран испускаются необычные частицы. Одной из них – покидающему мембрану тахиону – следует посвятить отдельный раздел далее, а вот вторая частица, в итоге имеющая родовой признак гравитона (спин 2) и состоящая как бы из двух частей – с «разделенной продольной модой» – это именно то, что нужно для SUSY.⁵⁷



Овал Кельвина (слева) и вихревое кольцо в разрезе

Есть основания считать, что в фазе максимального схождения бран эта частица имеет вид пары плоских одинаковых вихрей, закрученных в противоположные стороны – как вихревое кольцо «в разрезе». Такая конфигурация известна в физике как «овал Кельвина»⁵⁸, имеет свойства солитона – устойчивой уединенной волны – и наиболее знаменита тем, что распространяется строго прямолинейно как одно целое. Поскольку при сжатии бран оси вращения у вихрей этой пары оказываются перпендикулярны мембране, то геометрически их следует в данный момент считать фермионами.



57 [[8A](#)]

58 [[69](#)]

И что примечательно, суммарный спин этой пары вихрей с антипараллельным сочетанием осей вращения складывается из значений $(+1/2)$ и $(-1/2)$. То есть равен нулю – как у **бозона Хиггса**, воздействие которого предполагается в Стандартной Модели ответственным за **порождение инертной массы у квантовых частиц...**

Но вот когда браны начинают расходиться, то оказывается, что эти плоские вихри движутся парой по прямой траектории, закрученной винтом – словно винтовая дислокация в кристалле⁵⁹. При этом – вплоть до следующего сжатия бран – вихри как бы разделены по разным мирам. Поскольку каждый перемещается в теле своей мембраны.

И также, как зигзаг-представление частиц-фермионов в уравнении Дирака требует непременно учитывать две последовательные фазы скачков – «зиг» и «заг» – аналогично и здесь, каждая половина овала становится полноценной частицей после того, как один полуоборот винта («тик») прошел в одной мембране, а второй («так») – после схождения бран – в другой мембране.

Иначе говоря, каждая из вихревых частей овала в этой сдвоенной фазе «тик-так» – наблюдаемой и в нашем мире – имеет вид единичного циркулярно поляризованного фотона. Или, иначе, бозона со спином 1. Если же принимать во внимание, что на самом деле это лишь половина составной частицы, то ее суммарный – **итоговый – спин оказывается равен 2. Как это положено гравитону, переносящему гравитационные взаимодействия...**

Таким образом, в модели обнаруживается целый букет из скрытых свойств бозонов. Получается, что **обе частицы, отвечающие за инертную и гравитационную массу объектов – тяжелый хиггс и безмассовый гравитон – это на самом деле разные фазы одной и той же частицы**, состоящей из пары вихрей.

И поскольку пару эту образуют два фотона нашего мира, а в фазе схождения бран им соответствуют два фермиона, образующие хиггс, то в явном виде обозначилась полная суперсимметрия частиц. Вот только **наблюдать существование SUSY-партнеров для любой из частиц нашего мира крайне затруднительно. Потому что нашего мира в эти моменты реально не существует.**

Разбирая по тактам механизм схождения-расхождения бран, можно увидеть и тот скрытый фокус, который двойное SUSY-преобразование устраивает с переменной положения частиц в пространстве-времени. Фактически, после первого захода SUSY, все частицы нашего мира исчезают, превращаясь в своих суперпартнеров. Повторное действие СУСИ возвращает все частицы мира обратно – но уже на другой бране, сдвинувшейся на такт по оси времени...

(29)

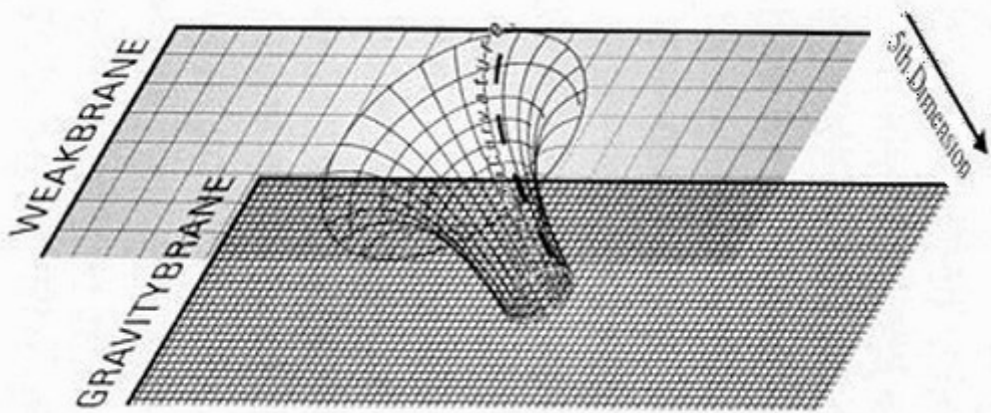
Конечно же, для столь сжато очерченной картины требуются дополнительные пояснения и обоснования. Например, из этого описания остается совершенно неясным механизм того, каким образом фотоны – пусть даже и спаренные – обеспечивают собственно гравитационное взаимодействие или «взаимное притягивание».

Дать простой и внятный ответ на этот вопрос сразу не получится. Прежде всего, потому что по-прежнему остается неясным, что же это такое, гравитация. Ясность же здесь ожидается после ответа на более конкретно поставленный вопрос: почему гравитационное взаимодействие на столь огромный порядок величин слабее электромагнетизма? В физике это мутное место известно как **проблема иерархии масс и энергий**.

К концу 1990-х годов, правда, в этой области появилась многообещающая работа⁶⁰ Лизы Рэндалл и Рамана Сундрума, закрепившаяся среди коллег под названием «модель RS». И хотя развить успех этого результата как следует не удалось, здесь о нем напомнить нужно обязательно. Уже по той причине, что модель RS также построена на основе концепции мира как сдвоенной мембраны.⁶¹

Прочие существенные подробности у Рэндалл и Сундрума, правда, выглядят иначе. Но здесь интерес представляет общая математика схемы. А математические расчеты там таковы, что если допустить для нашей 4-мерной вселенной существование еще одного, пятого измерения, которое отделяет наш мир от другой 4-мерной вселенной, то проблема иерархии масс разрешается легко и красиво.

В модели RS предположено, что на нашей бране действуют только 3 известных взаимодействия квантовой физики, а вся гравитация сосредоточена на второй мембране, именуемой «гравитобрана». Обсчет модели на основе ОТО показал, что энергия бран в этой ситуации искривляет пятое измерение чрезвычайно сильно, из-за чего вся конструкция обладает весьма специфическими особенностями.



По сути дела, сильнейшие перемены в размерах, массах и даже ходе времени, происходящие в этой двухбранной конфигурации при смещении по пятому измерению, очень напоминают мощные деформации пространства-времени вблизи космических черных дыр. Но при этом, если полагать, что на одной из бран находятся частицы из физики Стандартной Модели, то, согласно расчетам, они с необходимостью должны иметь малую массу. А этот результат означает, что в принципе проблема иерархии могла бы быть решена совершенно естественным и автоматическим образом...

Проблема лишь в том, что в данном случае ее решили подменить одной загадкой на другую. Ибо ответить на вопрос о природе загадочной «гравитобраны» оказалось ничуть не проще, чем разгадать тайну иерархии.

Но вот если считать, что никакой другой гравитационной браны на самом деле нет, а есть односторонняя поверхность вселенной в форме сдвоенной мембраны, то получается вот что.

Математические результаты модели RS дают отчетливый указатель на то, что **обширные пространства одной стороны реальности – вроде солнечной системы – на другой стороне мембраны стянуты в очень небольшую, по космическим меркам, область с мощной гравитацией. Иначе говоря, сфокусированы в звезду.**

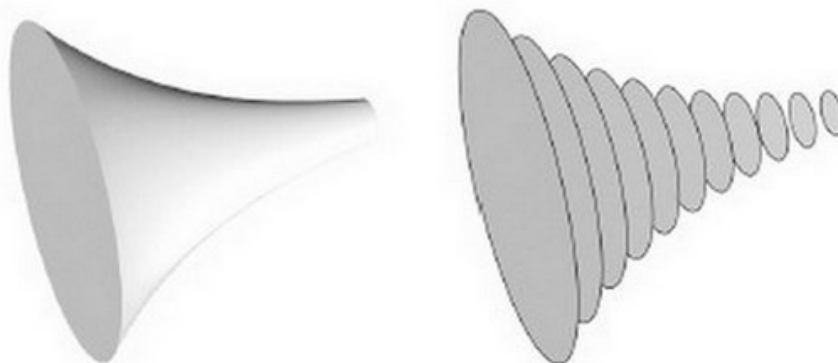
В этой сильно асимметричной картине, устанавливающей взаимно-однозначное соответствие между макрообъектами с двух сторон мембраны, довольно сложно не заметить аналогию с геометрией микромира. Где очень похожим образом «огромный» протон с одной стороны вселенной оказывается точечным, почти лишенным размеров электроном на другой бране.

60] RS [

61] 86 [

Более того, модель Рэндалл-Сундрума также содержит в себе – правда, в неявном виде – указатель на то, **что именно следует понимать под загадочным пятым измерением, разделяющим мембраны** (и принципиально необходимым для общей конструкции Теодора Калуцы).

Каждая из двух бран на краях модели RS похожа на привычный человеку мир – плоское пространство без каких-либо особенных гравитационных эффектов кривизны. Причем такая же примерно картина характерна и для всякого слоя, дающего срез пространства через любую точку по оси пятого измерения. Все слои тоже имеют плоскую геометрию.



Однако в совокупности все эти 4-слои склеены друг с другом так, что пятимерное пространство очень сильно искривлено. То есть, **при переходе в пятом измерении из одного слоя в другой сильно меняются масштабы размеров, местоположения, времени, массы и энергии**. Но хотя значения масс для частиц оказываются очень разными в зависимости от положения в пятом измерении, вся физика при этом неизменно продолжает выглядеть 4-мерной...

(30)

Многослойная по пятому измерению структура пространства-времени, выявленная в модели RS, важна вот по каким причинам.

Пора напомнить, что одной из специфических особенностей материи в общепринятой ныне картине мира являются, согласно Стандартной Модели, три поколения частиц. В каждом из поколений наблюдаются одни и те же по физическим свойствам комплекты частиц, но только все большего и большего уровня энергии-массы.

В нашем мире устойчиво наблюдаются частицы только самого низкого энергетического уровня, а остальные поколения проявляются лишь на миг в экспериментах физики высоких энергий. Зачем в природе нужны другие поколения частиц, кроме нашего – это еще одна нерешенная проблема теоретической науки.

Но если посмотреть на «поколения частиц» как на практически не пересекающиеся слои реальности, отличающиеся разной энергией частиц, то совсем несложно заметить в этой структуре черты сходства со слоями в модели RS.

Далее это сходство можно естественным образом развить, обращаясь к волновым свойствам частиц и к хорошо известному в физике волн явлению под названием генерация дополнительных гармоник. Этот механизм позволяет увидеть уже не столько «разные» частицы, сколько одни и те же, по сути, базовые элементы нашего мира – но с последовательным скачкообразным возрастанием их массы-энергии при переходе из одного слоя реальности в другой.⁶²

Попутно следует вспомнить, что в физике вибрирующих гранулированных сред хорошо известен такой феномен, как самопроизвольное расслоение неоднородного изначально материала на фракции. При такой самоорганизации в каждом слое собираются элементы с примерно одинаковым масштабом размеров и массы.⁶³

Иначе говоря, **пятое измерение пространства-времени вполне естественно рассматривать как самопроизвольное расслоение частиц по уровням энергии.** Или, можно сказать и так, распределение реальности по разным частотам колебаний – примерно как каналы в телевизоре...

(Вопрос о том, сколько именно здесь «тв-каналов», намного сложнее, чем может показаться. Однако в условиях 3 поколений частиц на каждой из бран, а также с учетом совершенно особой фазы схождения двух бран в одну, можно всегда говорить как минимум о 7 разных слоях реальности, т. е. $3 \times 2 + 1$.)

Затронув столь захватывающую, спора нет, тему, как природа пятого измерения, нельзя не отметить и глубокое геометрическое родство между структурой рассматриваемой здесь модели и десятимерным пространством теории струн.

Из-за бесспорного присутствия в каждой из бран структуры частотных слоев, количество измерений браны оказывается равным 5. Количество бран в системе равно 2, причем любая частица одновременно живет на обеих бранах. Иначе говоря, общее количество измерений оказывается равным (2×5), то есть 10. В точности столько же, сколько необходимо для минимального числа измерений пространства-времени в струнной теории.

Все прочие детали описания, конечно же, имеют значительно меньше сходства. На первый взгляд. Но это смотря как на сопоставление взглянуть. Можно, например, и вот так.

В теории струн для анализа физики в скрытых измерениях разработан богатый математический инструментарий на основе геометрической конструкции под названием многообразия Калаби-Яу. Размерность этих пространств равна 6, и таким образом они очень удачно дополняют известные 4 измерения пространства-времени до нужных в струнной теории 10.

Но имеет смысл посмотреть на конструкцию многообразий Калаби-Яу в более развернутом, историческом контексте. И напомнить, что изначально они появились в математике как объекты специфического 3-мерного пространства, в котором каждое из измерений описывается комплексным числом. Иначе говоря, в этом пространстве 3 координаты вещественные и три координаты мнимые. Или – можно сказать и так – три «скрытые».

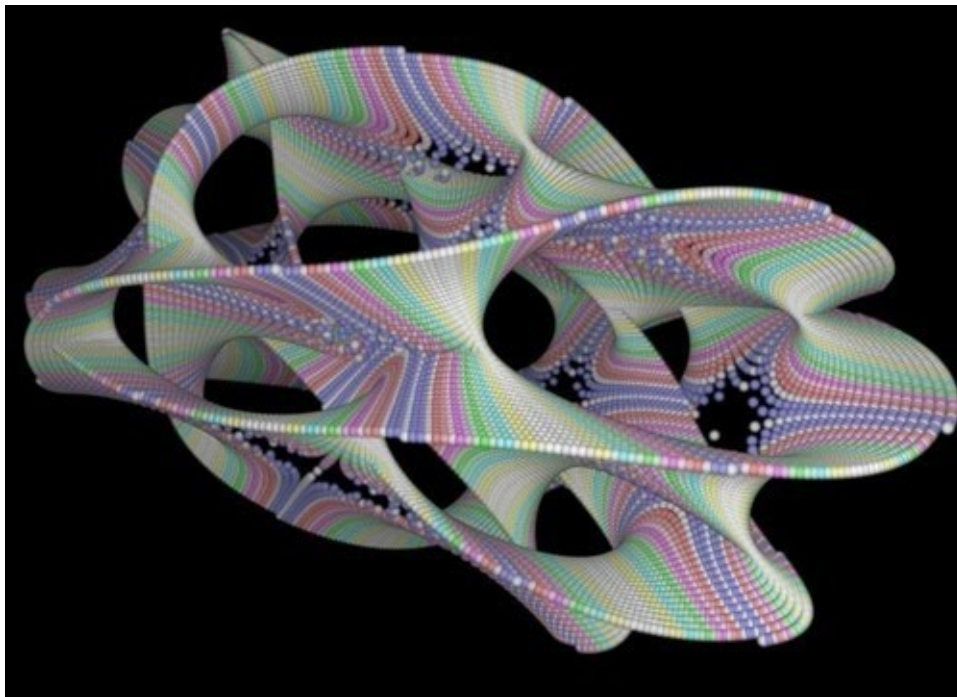
В 4-мерном мире, наблюдаемом человеком, три координаты пространства являются вещественными, а одна – время – «скрытой». Переходя же к расширенной – двухбранной – модели, следует особо отметить важнейшую деталь. Второй мир, дополняющий наш мир до 10-мерного во вселенной сдвоенной мембраны, на самом деле тоже является «нашим». То есть хотя и далеким, но тоже с тремя вещественными координатами. И плюс – для полноты картины – еще три «скрытых» измерения: время и два слоено-частотных.

То есть, взглянув на картину чуть по-другому, получаем, что **мир, дополняющий в модели наш – это чистое пространство Калаби-Яу в своей исходной конфигурации измерений 3+3.**

Ну а если крайне нетривиальная геометрия в основе данной модели и теории струн одна и та же, то переформулировать одно в другое – это уже дело техники.

63 [4B]

И коль скоро компактифицированные, в принципе недостижимые микропространства теории струн теперь оказываются той же самой нашей макровселенной, но только со скрытой прежде структурой, то тут же открываются очень любопытные перспективы.



Многообразие Калаби-Яу

Пространства Калаби-Яу знамениты чрезвычайно замысловатыми конфигурациями геометрии со множеством отверстий и переходов. **А в топологии всякое отверстие означает альтернативный кратчайший путь из одной точки пространства в другую.** Иначе говоря, вместе с новой картой вселенной одновременно появляется и перспектива быстрых путешествий в немыслимые прежде дали. Осталось только научиться перемещаться по частотным слоям...

Имеются признаки того, что делается это с опорой на теорию информации, квантовые вычисления и... теорему жонглирования Шеннона.

5.1_ТЕЛО



(31)

Любой читатель, мало-мальски знакомый с современной физикой, непременно уже заметил, что на протяжении всего предыдущего материала рассматривались только электромагнетизм и гравитация. И почти ничего не говорилось о прочих фундаментальных взаимодействиях – сильном и слабом ядерном. Соответственно, ничего пока не сказано и о характерных для них частицах: кварках, глюонах, тяжелых бозонах. **Естественно, это не случайность.**

Базовые элементы электромагнетизма – протон, электрон, фотон – частицы стабильные и никаких оговорок относительно своей реальности обычно не вызывают. С частицами сильных взаимодействий все в корне иначе. Непосредственно в экспериментах наблюдаются не они, а косвенные признаки предполагаемых для них свойств. При этом базовые характеристики данных объектов то и дело нарушают правила, уже твердо установленные для «настоящих», то есть стабильно наблюдаемых квантовых частиц.⁶⁴

В совокупности же все это похоже не столько на «настоящие вещи», сколько на удобную и неплохо работающую математическую абстракцию. К которой постепенно привыкли и стали воспринимать как «реальность».

Примерно то же самое можно сказать и о тяжелых бозонах слабых взаимодействий. Частицах крайне недолговечных, быстро распадающихся на стабильные компоненты, но очень нужных для стройности математической теории.⁶⁵

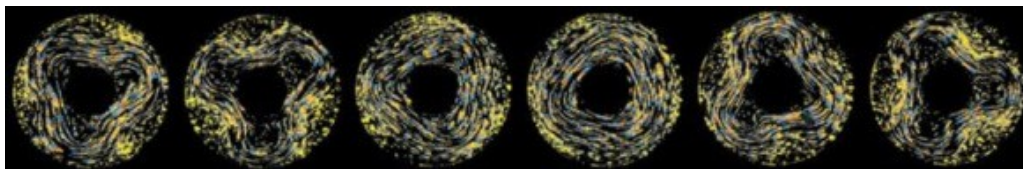
Формулируя мысль чуть иначе, может оказаться так, что при появлении более стройной и непротиворечивой теории, сохранившей все плюсы, но лишенной недостатков и натяжек модели прежней, общая картина упростится. А фундаментальная необходимость во всех этих искусственных объектах отпадет сама собой и естественным образом.

Что конечно же ничуть не отменяет важные процессы, происходящие с частицами и продуктами их распада в ускорителях. Но только в описаниях физики данных процессов объекты типа кварков и глюонов станут, видимо, занимать примерно такое же положение, какое ныне занимают в науке все прочие квазичастицы. То есть математически полезные, но по сути абстрактные конструкции типа экситонов, поляронов, фононов и прочих энионов.

(32)

Последняя из упомянутых пород общеизвестных квазичастиц – энионы – заслуживает особого рассмотрения. Конструкция ANYon – то есть «любая» частица – была введена в квантовую теорию как объект-микровихрь, способный одновременно демонстрировать взаимоисключающие свойства фермионов и бозонов. В пространстве трехмерной вселенной это невозможно, однако в плоском двумерном мире – вполне.⁶⁶

Примечательные свойства энионов важны сразу по нескольким причинам. Во-первых, потому что из-за релятивистских эффектов, воздействующих на тело очень быстро вращающегося протона, имеются основания считать, что сферическая частица может принимать форму плоского блина. А для частиц-компонентов протона, вращающихся внутри этого вихря энергии, характерны нечеткие квантовые свойства. Кварки это не совсем фермионы, глюоны – не совсем бозоны.



Васцилляция Хайда

Во-вторых, в области гидродинамики, которая часто приходит теоретикам на помощь при постижении загадок ядерной физики, имеется близкий по сути феномен под названием **васцилляция Хайда** или «качание». Суть его в том, что в плоских вращающихся системах природы часто наблюдается явление самоорганизации в виде специфического колебательного процесса. Фаза регулярных волн в жидкости или газе периодически сменяется фазой турбулентных вихрей, которые затем вновь сменяются регулярными волнами. И так далее. То есть происходит стабильное качание системы между состояниями порядка и хаоса. Есть основания считать, что **в протоне при его вращении происходит аналогичный процесс васцилляции системы между вихрями-кварками и волнами-глюонами.**⁶⁷

В-третьих, наконец, было установлено, что частицы-энионы, благодаря своим редким топологическим особенностям, предоставляют очень перспективный инструментарий для реализации системы исправления ошибок в квантовых компьютерах.

65 [5F]

66 [5E]

67 [46]

Дабы неслучайная связь между перечисленными вещами обозначилась более убедительно, имеет смысл процитировать Джона Арчибальда Уилера. Этот видный физик-теоретик, среди прочего знаменитый запуском общепринятого ныне термина «черные дыры» и на редкость долгой творческой жизнью, в конце XX века описал эволюцию взглядов ученого на устройство вселенной примерно в таких словах.

В первый из периодов своей жизни в физике, написал Уилер в итоговой автобиографической книге, он был захвачен идеей «все в мире – это частицы». Во второй период, с начала 1950-х, он стал придерживаться взгляда на мир, как на состоящий из полей. Ну а ближе к финалу [середина 1990-х] его захватила новая идея: «все – это информация»...⁶⁸

Глубина и важность суждений этого человека, связавшего в своей научной судьбе прошлое и будущее физики XX столетия, станет, возможно, яснее, если упомянуть несколько таких фактов. Джон Уилер был учеником Нильса Бора, отца квантовой физики. Впоследствии аспирантами Джона Уилера в разные эпохи были Ричард Фейнман, Хью Эверетт и Дэвид Дойч. То есть люди, сыгравшие ключевую роль в появлении и становлении новой области научных исследований под названием квантовые вычисления.

Ричард Фейнман считается первым из тех, кто в начале 1980-х проанализировал и обосновал возможность построения принципиально новых компьютеров на основе квантовых эффектов – как естественный способ дешево моделировать феномены квантового мира.⁶⁹

Хотя Хью Эверетта к тому времени уже не стало, да и физикой он давно не занимался, именно его интерпретация квантовой механики впоследствии легла в качестве теоретической основы для практической реализации квантовых компьютеров.

Ну а Дэвид Дойч – ныне один из наиболее известных идеологов квантовых вычислений и эвереттова мультиверса – на основе этой платформы в 1985 году первым выдвинул концепцию квантового компьютера как универсального квантового симулятора реальности.⁷⁰

В 1990-е – время бурного расцвета в области квантового компьютеринга – было сделано и одно из самых неожиданных, наверное, открытий. Углубляясь в тонкости работы алгоритмов квантовых вычислений, нюансы практической реализации кубитов и технологий квантовой коррекции ошибок, исследователи все больше и больше убеждались, что **занимаются задачей типа «обратного инженерного восстановления».**

По всему выходит так, что **сама вселенная, похоже, работает как гигантский квантовый компьютер.**

68] WJ [

69] FQ [

70] DD [

(34)

Попытки постичь загадки природы через квантовую информатику неизбежно приводят к заключению, что квантовая механика и теория информации сочетаются друг с другом практически идеально. Две данных теории, как нередко сегодня говорят, словно были созданы друг для друга.⁷¹

Но при этом почти никогда не упоминают, что теория информации и физика высоких энергий – наиболее традиционный подход к исследованию микромира – практикуют диаметрально различающиеся методы постижения природы. В ускорителях высокой энергии частицы разбивают все более и более мощной «кувалдой», пытаясь по брызгам и осколкам восстановить принципы работы механизма.

А теория информации Шеннона, напротив, занимается проблемой гарантированного сохранения и целостности объекта – невзирая на все внешние шумы, искажения и помехи. Применительно к квантовой механике эта задача оказывается особо актуальна, учитывая чрезвычайно хрупкие состояния когерентных квантовых систем, легко распадающихся от малейших внешних воздействий.

При такой – информационной – точке зрения на объекты микромира, общеизвестные феномены сильных ядерных взаимодействий, скажем, начинают выглядеть существенно иначе, нежели в общепринятой квантовой хромодинамике. В частности, на три кварка (два UP и один DOWN), упорно сохраняющие свою идентичность посреди бешеного водоворота энергии в протоне, можно смотреть как на природный механизм для квантовой коррекции ошибок. То есть механизм, позволяющий протону стабильно сохранять все свои родовые свойства практически при любых природных обстоятельствах и коллизиях.⁷²

Тут же уместно вспомнить и другую – пока не востребованную в физике частиц – теорему Шеннона для жонглирования⁷³. Благодаря такому – в основе своей тоже информационному – подходу, не исключено, может появиться и новый способ смотреть на теорию слабых ядерных взаимодействий, описывающую взаимные превращения ядерных частиц друг в друга.

Ближайший родственник протона, нейтрон, как известно, по своим ключевым свойствам сильно отличается от суперстабильного и по сути дела вечного собрата. В свободном состоянии нейтрон живет лишь порядка 15 минут. Внутри же ядра нейтрон не только стабилен, но и своим присутствием вызывает принципиальные перемены даже в протонах. Согласно современным представлениям ядерной физики, протоны и нейтроны внутри ядра постоянно меняются друг с другом местами и свойствами, сосуществуя в виде своего рода промежуточных резонансов, трансформирующих нуклоны друг в друга.⁷⁴

Есть основания считать, что именно эти постоянные взаимопревращения и обеспечивают стабильность атомному ядру. Когда в одни моменты ядро умудряется оставаться как бы электрически нейтральным, чтобы удержать все нуклоны вместе даже при значительной концентрации отталкивающихся протонов. А в другие моменты проявляет весь свой заряд, чтобы компенсировать отрицательные заряды электронов.

Ну а теорема жонглирования Шеннона, можно напомнить, сосредоточена на очень похожем по сути предмете. На правилах, обеспечивающих бесконечно долгое подбрасывание произвольного числа предметов с помощью заведомо меньшего числа рук. Или иначе, когда одни предметы заняты «в работе», а другие – летают где-то в пространстве, дожидаясь своей очереди...

71 [78]

72 [7A]

73]SC[

74 [5F]

Возвращаясь к идеям о создании практичного квантового компьютера, следует особо выделить важнейшее препятствие на данном пути. Хотя в принципе возможность построения работоспособного устройства такого типа давно уже продемонстрирована, квантовый компьютер с большим числом кубитов – необходимый для решения реальных задач – остается проблемой, чрезвычайно сложной в своем разрешении.

Но показательно, что наиболее остроумные и эффективные решения в этой области удается отыскивать у природы. Именно поэтому, собственно, и укрепляется понемногу мнение, что вселенная сама функционирует как квантовый компьютер. Причем как на редкость надежный компьютер, в котором давно реализованы оптимальные решения для всех сопутствовавших конструированию проблем.

В 1997 году, рассуждая в подобном ключе, Алексей Китаев изобрел новаторскую концепцию под названием «топологический квантовый компьютер»⁷⁵. Идея родилась, когда Китаев обратил внимание на поразительную стабильность природных квантовых систем, обладающих чем-то вроде естественной устойчивости к шумам. Иначе говоря, чрезвычайно высокая сопротивляемость к разрушению когерентности является по сути дела их врожденной чертой.

Развивая эту идею, Китаев и другие исследователи занялись разработкой такого вычислителя, в котором тонкие квантовые состояния зависят от топологических свойств физической системы. Топологические характеристики, можно напомнить, считаются наиболее устойчивыми свойствами объектов, поскольку не меняются при их плавных деформациях типа растяжения, сжатия и изгибания.

Ну а топологический квантовый компьютер, соответственно, мыслится как выполняющий вычисления на гипотетических нитях, представляющих собой мировые линии движения квантовых частиц в пространстве-времени. Можно считать, что длина такой нити изображает движение частицы во времени, а ее толщина – это физические размеры частицы в пространстве.

Как показали теоретики, если для реализации топологического компьютера берутся квазичастицы особого типа – уже знакомые нам энионы – то можно в строго определенной последовательности перемещать пары соседних частиц друг вокруг друга. Как результат, траектории энионов в пространстве-времени сплетаются в косу, топологическая структура которой и содержит в себе помехоустойчивое квантовое вычисление. То есть конечные состояния частиц, содержащие результаты вычисления, определяются сплетением нитей в косе и не зависят от электрических или магнитных помех...

На этом месте самое время напомнить о двухбранной модели вселенной и о том механизме, с помощью которого там устроена реализация SUSY. Когда браны находятся в фазе максимального схождения, пространство становится плоским, а все частицы превращаются в свою противоположность. Фермионы становятся бозонами, бозоны наоборот фермионами, а в целом получается, что все микрокомпоненты нашего мира в определенном смысле являются энионами.

Более того, в данную модель очень органично вписывается знаменитый теоретический результат Рольфа Ландауэра⁷⁶, ведущего ученого IBM. Задолго до рождения концепции квантового компьютера, еще в 1961 году Ландауэр продемонстрировал возможность создания такого устройства, в котором вычисления происходят вообще без затрат энергии. Главным условием для работы такой схемы оказалась полная обратимость вычислений или запоминание не только выхода, но и всех входных данных.⁷⁷

75]КА[

76]LR[

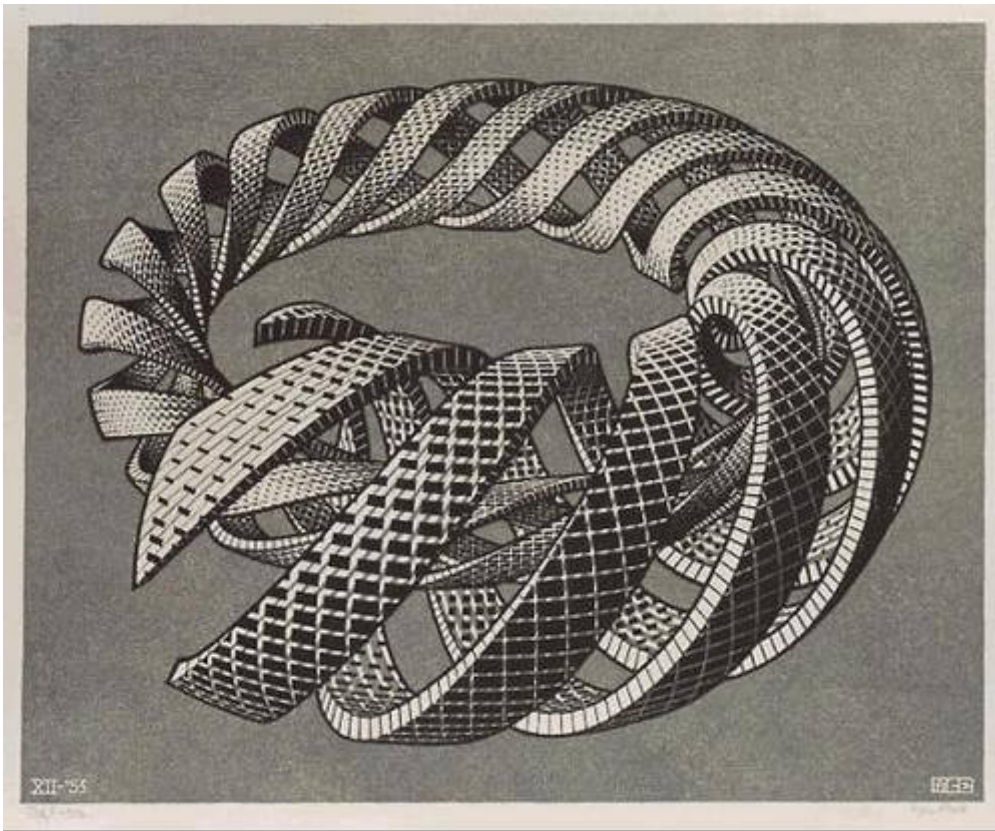
77 [[79](#)]

Позднее этот результат, конечно же, стал расцениваться как очень важный для развития квантовой теории информации – коль скоро законы квантовой механики обратимы во времени. Теперь же картина складывается так, что идеи Китаева и Ландауэра, судя по всему, в природе давным-давно сведены в единый простой механизм.

Далее будет показано, что топологические косы, тянущиеся во времени за квантовыми частицами – это, похоже, не только реальные объекты. Но и, кроме того, в этих же косах постоянно запоминаются все прежние состояния системы. Что нужно и для обратимости вычислений, и для снижения общих энергозатрат, и много еще для чего.

Для всего, что составляет «**душу материи**»...

5.2_ДУША



(36)

Вся история квантовой физики – это, в каком-то смысле, история нескончаемых попыток избавиться от тахионов. Или, иными словами, попыток проигнорировать математику на основании человеческих представлений о здравом смысле и о рациональном взгляде на мир.⁷⁸

Из-за той поразительной эффективности, с которой математика описывает физическую реальность, ученые давно пришли к выводу, что это самый надежный проводник на путях постижения природы. Соответственно, имеется устойчивая традиция относиться с надлежащим вниманием и почтением к обнаруживаемым решениям для очевидно верных физических уравнений.

И если феномен, описываемый решением уравнений, в природе пока не наблюдается, то его заранее принято величать «научным предсказанием». Историкам известен очень длинный список подобных предсказаний, успешно подтвержденных дальнейшими поисками, наблюдениями и экспериментами. По сути дела, именно так и работает наука.

Однако с тахионами ситуация всегда обстоит в корне иначе. Уже в самом начале пути квантовой физики, когда стало ясно, что для успешной работы в этой области необходимо оперировать комплексными числами, появилось и предсказание крайне необычной частицы. Частицы, о которой теоретикам тут же захотелось забыть и больше никогда не вспоминать.

78 [[8A](#)]

То есть уравнения допускали такое решение, когда вместе с квадратным корнем из (-1) в природе обозначался странный объект с мнимой массой, мнимой энергией и во мнимом времени. И что самое неприятное, эта частица обладала сверхсветовой скоростью, противоречила фундаментальным основам теории относительности и, фактически, двигалась обратно во времени. Одним своим присутствием нарушая основы мироздания в целом и принцип причинно-следственных связей в частности...

Со временем за столь неудобной частицей закрепилось название «тахион». На протяжении всего XX века находилось очень немного энтузиастов, решавшихся заниматься изучением этих объектов. И хотя их стараниями о тахионах постепенно становилось известно все больше и больше, ни лавров почета, ни научной славы эти результаты исследователям не принесли.

Пока не принесли, во всяком случае. Потому что вплоть до недавнего времени для физиков так и оставалось неясным, каким образом эти тахионы следует трактовать и зачем они вообще могли природе понадобиться...

(37)

Подлинный прорыв в области исследования тахионов произошел на рубеже 1990-2000 годов, главным образом, благодаря большой серии работ струнного теоретика Ашоке Сена. Именно после обстоятельных публикаций Сена, похоже, научный мейнстрим перестал делать вид, что тахионов не существует.⁷⁹

Соответственно, появился, наконец, и серьезный интерес к тому, какое место могут занимать эти объекты в природе и как их встраивать без противоречий в общую картину мира. Ну а когда делом занялись всерьез, довольно скоро последовал и внушительный прогресс.

О том, что появление тахионов в системе – это первый серьезнейший сигнал о нестабильности модели, знали уже давно. Но вот когда эту проблему научились эффективно лечить – «конденсируя» тахионы к состоянию энергетического минимума – то начали появляться и довольно неожиданные результаты.

Например, такого рода, что тахионы могут, оказывается, выступать и в прямо противоположном качестве – как механизм, обеспечивающий системе дополнительную устойчивость. И что особо примечательно, система в этом случае должна иметь двух-мембранную конструкцию типа «брана-антибрана» на пространствах Калаби-Яу.

Именно таков, собственно, итог исследования⁸⁰ группы теоретиков из CERN и Пенсильванского университета (Yaron Oz, Tony Pantev, Daniel Waldram). В их работе показано, что системы типа брана-антибрана можно описывать с помощью специфической конструкции-триплета вида $(E1, E2, T)$. Где пространства $E1$ и $E2$ математически представляются как векторные расслоения, а тахионное поле T выступает в качестве отображения между этими пространствами.

При выполнении определенного естественного условия (голоморфности или дифференцируемости отображения), как показано, полевые **уравнения браны-антибраны удается преобразовать к набору вихревых уравнений**. В переводе же на более доступный пониманию язык, данный **результат эквивалентен математической идее о стабильности всей этой триплет-конструкции в целом**.

79] SA [
80] OP [

В работах других исследователей (в частности, в уже упоминавшейся ранее статье⁸¹ об изменении топологии поверхностей при схождении-расхождении бран) проанализированы в деталях механизмы порождения тахионов частицами мембраны, отрыв тахионов от поверхности браны и их последующая конденсация в состояние энергетического минимума. Поэтому естественный следующий вопрос: что может представлять собой пространство, находящееся за пределами мембраны и состоящее из тахионов?

С подачи Ашоке Сена, эта субстанция, демонстрирующая свойства лишенной давления жидкости, получила общее название «тахионная материя». Однако более тщательные исследования свойств этой формы материи выявили в ней не только признаки жидкости, но и отчетливые свойства кристалла. Откуда естественным образом родилось красивое название «**тахионный кристалл**» (**tachyonic crystal**, впервые появившееся в довольно давней, еще 1994 года, работе⁸² Джо Полчински и Ларуса Торлациуса).

(38)

Хотя прогресс в области исследования тахионов – вне всяких сомнений – обеспечен по преимуществу усилиями струнных теоретиков, заметные успехи на этом же направлении достигнуты и при существенно иных подходах к проблеме. И что самое приятное, красивые результаты других исследователей не только гармонично сочетаются с результатами теории струн, но и удачно дополняют их до более полной картины.⁸³

Среди примечательных особенностей, уже выявленных теоретиками в структуре и устройстве тахионного кристалла, особо отметить можно такие. В целом флюид тахионной материи состоит из замкнутых струн-колечек. Когда мембрану-поверхность периодически возбуждают или «встряхивают», то структура отслаивающихся от нее тахионов приобретает более упорядоченный вид. Если же частота встряхивания становится равна специфическому критическому значению, то описание физики системы приобретает особенно простую форму.

Флюид тахионной материи структурируется к виду слоеного или «ламинированного» массива бран, накладывающихся друг на друга в мнимом времени. При этом **колечки тахионов – замкнутые струны – в слоях жидкого кристалла ведут себя так, что их физика оказывается точным дуальным отображением физики открытых струн, характерной для браны-поверхности** (где концы частиц как «разомкнутых струн» прикреплены к бране и антибране).⁸⁴

Повторяя суть этого открытия в более привычных для обычного человека словах, **выявлены отчетливые признаки той самой памяти частиц, которая не только обеспечивает обратимость квантовой физики, но и формирует основу «души материи».**

Согласно теоретическим прикидкам, эта слоеная структура стабильного тахионного кристалла заполняет собой около 80% всего пространства вселенной. И что особо интересно, в основе слоеной конструкции вакуума выявлен также своего рода «скелет», как бы прошивающий слои сэндвича нитями или фибрами, состоящими из энергетически наиболее интенсивных точек пространства-времени.

Этот скелет, образованный «фибрами души», является одномерным лишь локально. Однако в целом он организован в единую глобальную структуру. С одной стороны, **эта гигантская сеть пронизывает и охватывает собою все пространство-время.** А с другой стороны, несколько **напоминает структуру, образуемую нейронами человеческого мозга...**

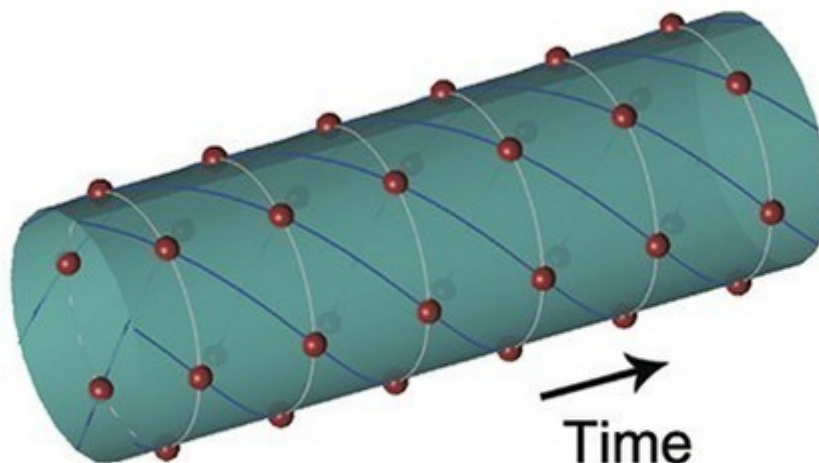
81]AL[

82]PT[

83 [[83](#)]

84]GI[

Совершенно независимо от этих работ, собственный комплекс содержательных идей о конкретной физике-математике, непрерывно порождающей нити памяти материи в виде кристаллических структур, выдвинул в начале 2012 года известный теоретик и нобелевский лауреат Фрэнк Вилчек. В частности, Вилчек показал, что и в классическом, и в квантовомеханическом описании нашего мира, как выясняется, можно непротиворечиво и математически обоснованно выстраивать структуры кристаллов в 4-м измерении – то есть во времени.⁸⁵



Такого рода кристаллы оказываются столь же стабильными, как и кристаллы в 3-мерном пространстве, так как порождаются в циклах колебаний вращающихся систем, находящихся в их наиболее стабильном состоянии энергетического минимума. Причем особо интересные результаты получились у Вилчека при анализе «временных кристаллов» (**time crystals**), как он это назвал, в условиях квантово-механических систем – где закрученные вытянутой спиралью структуры формируются в мнимом времени...

(39)

Обнаруженные Вилчеком кристаллы во времени – вещь совсем новая и пока не успевшая получить сколь-нибудь существенного развития в теории и на практике. Тем не менее – для фиксации значимости – уместно упомянуть еще и такой нюанс этого открытия. В начале 1980-х Фрэнк Вилчек был одним из теоретиков, описавших новый класс любопытных частиц, получивших название энионы (собственно, и свое название они получили именно от него).⁸⁶

О том, насколько важны энионы для понимания механизмов работы микромира и устройства топологического квантового компьютера, станет известно значительно позже. Но уже в момент открытия энионов Вилчек испытал очень мощное эмоциональное возбуждение. И точно такое же чувство повторилось у него при открытии кристаллов во времени: «Словно и здесь удалось отыскать новую логическую возможность для того, каким образом может вести себя материя. Для нас здесь приоткрывается целый новый мир со множеством всевозможных направлений»...

Уже сейчас имеются отчетливые признаки, что разработка этих направлений, в частности, обещает свести в единую гармоничную картину столь разные, казалось бы, вещи, как

85] WS [

86 [[5E](#)]

устройство молекул ДНК и теорию музыки, фундаментальную гипотезу Римана в теории чисел и полностью квантовое описание природы включая гравитацию.

Продемонстрировать всего лишь в нескольких фразах, что все эти вещи на самом деле неразрывно друг с другом связаны, дело, наверное, безнадежное. Но ничто не мешает хотя бы обозначить те пути, по которым ученые ныне продвигаются к восстановлению единой картины.

О том, что характерная структура ДНК может иметь самое непосредственное отношение к музыке и акустике – как физике благозвучных тонов, аккордов и их сочетаний-мелодий – известно, по меньшей мере, с начала 1980-х годов. В 1982 году видный американский психолог Роджер Шепард удачно обобщил известную с XIX века музыкальную «спираль Дробиша» для записи нот и показал, что двойная спираль с независимыми циклами для октав и квинт обеспечивает оптимальное компактное представление аккордов и гармонических соотношений.⁸⁷

Примерно тогда же, на рубеже 1970-1980-х годов, **на теорию чисел перестали смотреть как «на один из самых красивых, но при этом и самых бесполезных разделов математики»**. В области защиты информации была открыта криптография с открытым ключом, непосредственно опирающаяся на математический аппарат теории чисел. А в квантовой физике начали обнаруживаться отчетливые взаимосвязи между закономерностями в спектрах частот-энергий (или «музыки») квантовых объектов и закономерностями в распределении простых чисел (делящихся лишь на 1 и самих себя).

(40)

Гигантская научная проблема заключается в том, что все задачи о распределении простых чисел так или иначе замыкаются на **Гипотезу Римана**. Иначе говоря, на сформулированное еще в середине XIX века, но по сию пору так никем и не доказанное предположение об очень красивой закономерности для нулей комплексной дзета-функции (все нетривиальные нули функции лежат на одной прямой, проходящей параллельно мнимой оси через точку $1/2$ на оси вещественной).

Простые числа – это своего рода «атомы математики». Любое целое число можно разложить на произведение простых, причем однозначным образом. При этом **распределение простых чисел** на вещественной оси – это, по сути, **простейшая модель случайных событий** в нашей жизни. Отыскав очередное простое число, невозможно точно предсказать, каким будет следующее.

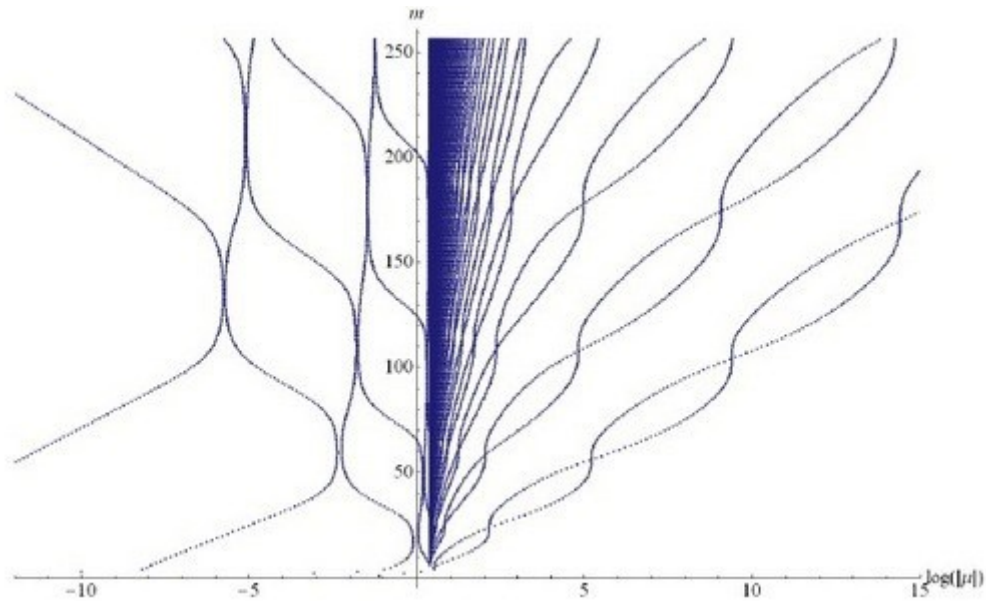
Однако есть **детерминированная дзета-функция Римана**, среди многого прочего позволяющая и точно оценивать число простых чисел, меньших любой наперед заданной величины. И что интересно, дзета-функция оперирует не вещественными, а комплексными числами – **словно детерминированное волновое уравнение Шредингера, управляющее случайным поведением квантовых объектов**.

Дабы особенно наглядно продемонстрировать связи между гипотезой Римана и загадками квантовой физики, явно к месту будет упомянуть совсем недавний результат российского математика Юрия Матиясевича. В 2007 году он опубликовал исследовательскую работу под интригующим названием «Тайная жизнь римановой дзета-функции», где помещены совершенно замечательные графики-картинки.⁸⁸

Аккуратно переформулировав гипотезу Римана в последовательность более слабых утверждений, Матиясевич с помощью компьютерной программы рассчитал и нанес на комплексную плоскость траектории поведения определенных характеристик-итераций, которые в совокупности дают картину «скрытой жизни римановой функции».

87 [72]

88] УМ[



На этих графиках отчетливо видно два класса объектов, расположенных по разные стороны от критической линии-разделителя, проходящей параллельно мнимой оси через точку $1/2$. Объекты по левую сторону получили от автора название «электроны», поскольку их траектории словно у частиц сталкиваются и расходятся. Объекты по правую сторону ведут себя иначе, имеют вид закрученных двойных спиралей и названы Матиясевичем «шлейфы» (trains).

Глядя на эту картину довольно сложно не заметить в ее компонентах прозрачные аналогии с давно известными квантовыми частицами, образующими «тело» материи, и тахионными спиральями (кристаллами во времени), обнаруживаемыми ныне в основе «души» материи...

Наконец, еще один очень важный аспект, который никак нельзя проигнорировать, это связь дзета-функции Римана с проблемой квантования гравитации.

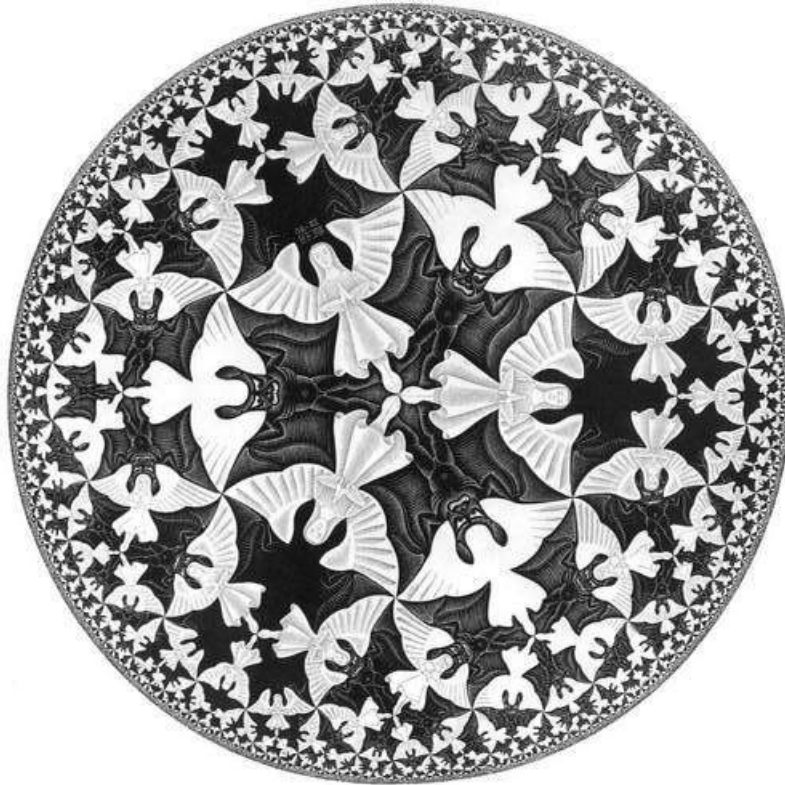
В том же 2007 году, когда Юрий Матиясевич обнаружил тайную жизнь римановой дзета-функции, у видного французского математика, филдсовского медалиста Алена Конна в содружестве с Матильдой Марколли вышла книга под названием «Некоммутативная геометрия, квантовые поля и мотивы».⁸⁹

Поясняя цель написания этой книги, авторы отмечают, что она посвящена очень тесному переплетению задач в области теории чисел и геометрии пространства-времени. Самыми большими, фундаментальной важности проблемами в этих областях, как известно, являются доказательство римановой гипотезы (РГ) и конструкция теории квантовой гравитации (КГ).

Так вот, поначалу раздельно исследуя обе эти задачи с позиций некоммутативной геометрии – к созданию которой Алэн Конн имеет самое непосредственное отношение – авторы книги к великому своему удивлению обнаружили, что между двумя данными проблемами имеются очень глубокие аналогии.

И уже различимы отчетливые признаки того, что если открывшиеся взаимосвязи между РГ и КГ исследовать правильно, то появляется намного более ясное и глубокое понимание картины сразу в обеих фундаментальных областях...

5.3_ЦЕЛОЕ



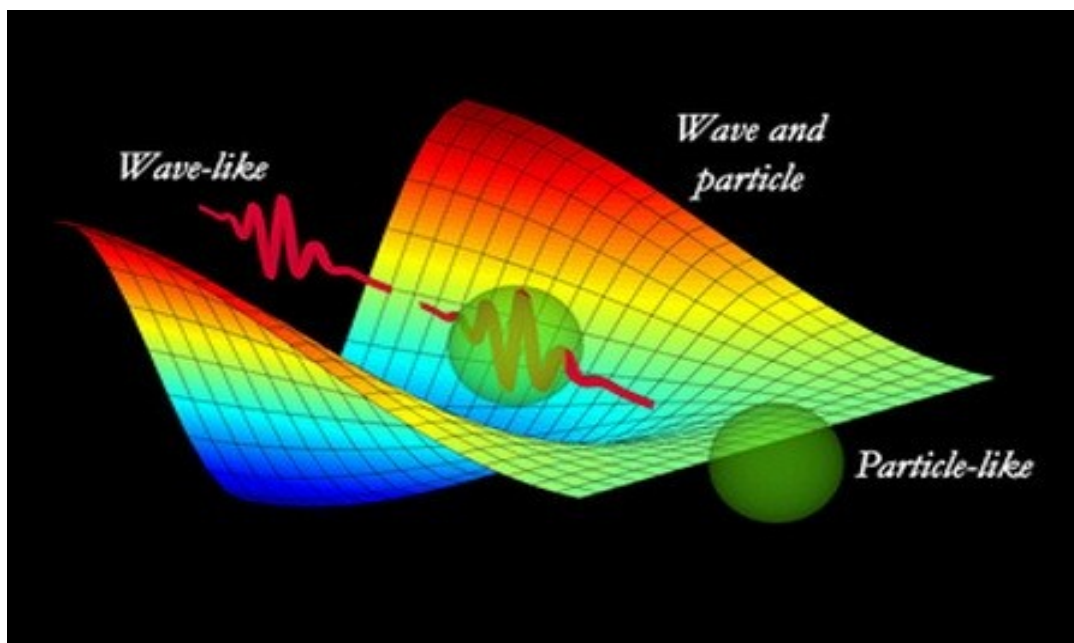
(41)

При любых попытках науки ухватить природу реальности в итоге неизменно остается ощущение, что опять упущено что-то чрезвычайно важное. Именно то, из-за чего вся картина никак не становится цельной и хотя бы в общих чертах понятной.

Одним из очень давних признаков этой проблемы можно считать феномен, известный во множестве проявлений и под разными названиями – типа принципа дуализма, комплементарности или дополнительности. Суть всех этих терминов сводится, в общем-то, к следующему.

Для одного и того же явления или объекта имеются несколько существенно разных описаний, каждое из которых представляется по-своему верным. Но при этом различия в описаниях таковы, что предмет оказывается как бы наделен несовместимыми, взаимно исключающими свойствами. Из-за чего создается впечатление, будто описываются совершенно разные вещи, а не одно и то же.

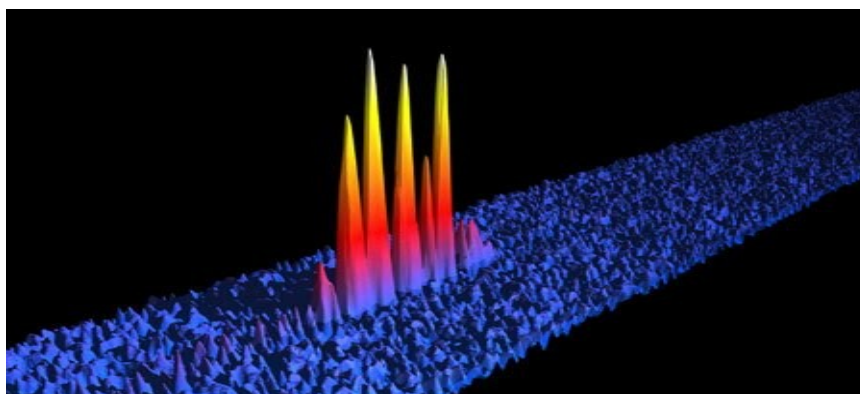
Принципиально важной деталью этой проблемы являются неслучайные слова «как бы» и «впечатление». Проиллюстрировать важность этого нюанса можно на примере так называемого «корпускулярно-волнового дуализма» квантовых частиц – самого знаменитого, наверное, природного феномена с двойственным описанием его физических свойств.



Если повнимательнее разобраться с историей рождения и закрепления в науке этого основополагающего «дуализма», то не так уж трудно заметить вот какую вещь. Сложись исторические обстоятельства чуть иначе, и получи волновые (де Бройля и Шредингера) воззрения на квантовую механику доминирующую роль, общая картина могла бы оказаться куда более внятной и постижимой.

Странные «парадоксы дуализма» в физике квантовых объектов, которые в одних экспериментах ведут себя как волны, а в других как частицы, возникают из-за того, что по давно сложившейся традиции частицы и волны принято считать принципиально разными сущностями. Однако подлинная странность на самом деле тут в другом. Давным-давно установлено, что в действительности особой разницы между ними нет – вот только в школьных учебниках об этом как правило говорится либо мимоходом, либо не упоминается вообще.

Еще с XIX века в гидродинамике известны так называемые уединенные волны (солитоны), поведение которых во многом соответствует природе частиц⁹⁰. Почему так получилось – отдельная большая история⁹¹, но к исследованиям физики волн-солитонов ученые всерьез приступили лишь спустя столетие, начиная с 1960-х годов. Иначе говоря, когда квантовая физика на основе альтернативной концепции частиц уже давно находилась в стадии зрелости и триумфальных успехов.



Цуг солитонов в конденсате Бозе-Эйнштейна

90 [69]

91 [56]

При этом «непостижимый», якобы, корпускулярно-волновой дуализм оказался замурован в фундамент грандиозного научного здания. Став своего рода основанием для последующего возведения целой башни новых парадоксов и трудно объяснимых двойственных описаний природы. Начинать же перестраивать заново всю конструкцию на базе чисто волновых представлений – ради концептуальной целостности и гармоничности теории – для научного большинства представлялось, мягко говоря, неактуальным...

(42)

Пример с естественным избавлением от парадоксального противоречия в корпускулярно-волновом дуализме особенно хорош и поучителен своими, так сказать, методологическими аспектами.

Во-первых, он демонстрирует, что при выстраивании любых теоретических конструкций крайне нежелательно закладывать в фундамент те или иные застывшие догмы. Ибо **всякая догма – это признак ограниченности человеческого знания**. А среди новых достоверных фактов, постоянно обнаруживаемых наукой, непременно находятся и такие, которые опровергают устоявшиеся догматы. Обычно эти факты принято не замечать или, как еще выражаются, «заметать под ковер». Ради истины, однако, более полезным представляется отказ от скомпрометированных догм.

Быть может, именно по этой причине в науке так долго игнорировались «неправильные» волны-солитоны и оставалась непонятой степень их важности. А осциллоны, или осциллирующие солитоны, особенно близкие по свойствам квантовым частицам, в основах квантовой теории по сию пору как бы и не существуют вовсе.

Во-вторых – для эффективного разрешения парадоксов – полезно не забывать, что ложная догма в основе умопостроений, приводящих к противоречию, далеко не всегда сформулирована в явном виде и зачастую выступает под видом самоочевидного допущения. В частности, суждение о том, что «твердые» предметы и «жидкие» волны – это существенно разные в своих свойствах объекты, никто не выдвигал как догму. Поскольку для здравомыслящих людей оно и так всегда считалось очевидным.

Имеются очень серьезные свидетельства тому, что и для другого, важнейшего «парадокса дуальности» в современной физике – двух нестыкующихся описаний природы для микромира частиц и макромира космоса – причиной неразрешимых противоречий является принятое по умолчанию неверное допущение. А именно, предположение о непрерывной природе пространства-времени. И есть отчетливые признаки, что **теория квантовой гравитации** – как целостное и непротиворечивое описание природы – **с необходимостью должна опираться на идею о дискретном времени и гранулированном пространстве**.⁹²

И в-третьих, наконец, что еще полезного демонстрирует разгадка парадоксов с дуальными описаниями природы. Если две картины, похожих на верные, упорно не совмещаются друг с другом, значит, непременно должна быть еще одна, иная форма представления того же феномена. Форма, для которой две первых – трудно сочетаемых – проекции оказываются лишь частичными, «плоскими», отображениями разных сторон одной и той же «объемной» структуры.

Метафору с плоскими и объемными изображениями физических явлений можно, как выясняется, трактовать применительно к природе реальности и в буквальном смысле. По мере того, как в физике все более отчетливо обозначается подход к исследованиям на основе так называемого **«голографического принципа»**, происходит удивительная вещь.

92 [8С]

Сугубо прикладная прежде **технология голографии**⁹³ неожиданно **становится концептуальной основой для** грандиозных теоретических открытий относительно **устройства мироздания**. Открытий, которые не только ведут к совершенно новой картине реальности, но также объединяют материю и сознание в неразрывное целое.

(43)

Прежде, чем переходить к рассмотрению ключевых особенностей голографического принципа, необходимо подчеркнуть следующее. Речь идет о таком направлении исследований, которое пока что ни в коей мере нельзя называть влиятельным или тем более доминирующим в современной науке.

Правильнее, наверное, говорить об этом как об одном из весьма экзотичных научных подходов теоретической физики, который за полтора-два десятка лет своей истории успел набрать немало сторонников среди весьма авторитетных ученых. И с каждым годом стабильно продолжает их набирать все больше и больше. Потому что на данном пути удастся не только красиво объединять квантовую теорию и гравитацию с термодинамикой и теорией информации, но и попутно отыскивать новые интересные решения в других, смежных областях физики.

Причиной же появления данного необычного подхода можно считать один из тех сложных парадоксов, что в изобилии наполняют современную теоретическую науку. К началу 1990-х годов для гипотетического феномена космологии под названием «черные дыры» исследователям удалось накопить столь внушительный массив данных, что реальность этих объектов – в принципе недоступных для прямых наблюдений – уже не вызвала практически никаких сомнений. Однако физика внутри этих объектов оказывается настолько иной, что для нее совершенно не годится весь наработанный прежде инструментарий теоретиков.

Дабы стало яснее, откуда идет столь обостренный интерес ученых к этой теме, надо отметить, что черные дыры, как выяснилось, не только поглощают, но и испускают энергию. Иначе говоря, ведут себя так, что их поведение очень напоминает элементарные квантовые частицы – другие фундаментально важные объекты природы с неясной и парадоксальной внутренней структурой.⁹⁴

Откуда естественным образом рождаются такие вопросы. Не являются ли квантовые частицы микроскопическими черными дырами? И наоборот, не являются ли космологические черные дыры макроскопическими «элементарными частицами» природы?

Когда над данными вопросами всерьез задумался видный голландский теоретик Герард 'т Хоофт⁹⁵ (впоследствии лауреат Нобелевской премии 1999 года за более давнюю работу в совсем другой области физики), то он нутром, что называется, почуял в этой загадке глубины и потенциал великого открытия. Такого открытия, которое по своей значимости может сыграть для физики XXI века примерно такую же роль, какую идея о квантовании энергии сыграла для науки века двадцатого.

Базисом для начала исследований 'т Хоофт выбрал красивые результаты израильского теоретика Якоба Бекенштейна относительно термодинамических и информационных свойств черных дыр. В 1970-80-е годы Бекенштайну удалось весьма элегантно продемонстрировать, каким образом физические понятия типа энергии материи и геометрии пространства можно объединять с абстрактными прежде идеями теории информации. Сделано это было через концепцию энтропии, которая в физике выступает как мера потерянной энергии или хаотичности термодинамической системы, а в математике – как мера информационной емкости.⁹⁶

93 [74]

94 [5B]

95]HG[

96]BJ[

(44)

Постулировав дискретно-гранулированную природу пространства-времени и обобщив результаты Бекенштейна, полученные для черных дыр, на произвольную область вселенной, Герард 'т Хоофт в сотрудничестве с Леонардом Сасскиндом пришли к весьма неожиданному выводу. Получалось, что вся информация, содержащаяся в произвольно заданном 3D-объеме пространства, может быть записана на 2D-поверхности, ограничивающей этот объем.

Весьма похожим образом, как известно, работает механизм голографии – когда плоская пластина с записанной на ней голограммой при надлежащем освещении воспроизводит полноценное трехмерное изображение объекта. Отталкиваясь от этой аналогии, 'т Хоофт и Сасскинд для открытого ими феномена предложили соответствующее название: **голографический принцип**.⁹⁷

Поначалу необычные идеи двух теоретиков о вселенной как голограмме разделялись лишь весьма небольшой группой ученых-единомышленников. Однако вскоре, по мере прогресса разработок в теории струн и мембран различной размерности, выяснилось, что подходы голографического принципа чрезвычайно удобны и применимы к исследованиям разнообразных физических феноменов в условиях пространства-времени с произвольным числом измерений.

Суть голографического принципа в данном контексте можно свести к тому, что для физики нетривиального процесса или явления, изучаемого исследователями, удается отыскать два эквивалентных описания в пространствах разной размерности. Причем для числа измерений N природа явления может выглядеть существенно иначе, чем при размерности $(N+1)$, однако в действительности, как свидетельствуют решения уравнений, это оказываются разные теоретические описания одного и того же.

И что самое приятное, благодаря выявляемой двойственности описаний, теперь нередко удается – переходом в пространство иной размерности – отыскивать пути к решению таких задач, которые прежде считались либо неподъемными в своей сложности, либо слишком «темными» на концептуальном уровне. С опорой на голографический принцип стало возможным, к примеру, существенно по-новому подходить к решению давних проблем в физике конденсированной материи – таких как квантовые фазовые переходы, сверхтекучесть и высокотемпературная сверхпроводимость.

Говоря об универсальности данного подхода, уместно отметить и такой факт. Изначально голографический принцип задумывался Герардом 'т Хоофтом как своего рода концептуальная альтернатива теории струн. Но по жизни, однако, вышло так, что наиболее знаменитая из работ в голографическом духе оказалась проделана струнным теоретиком Хуаном Малдасеной⁹⁸ и ныне известна под названием **AdS/CFT-соответствие**.

В исследовании Малдасены продемонстрировано, что очень необычная – по нашим меркам – физика в гипотетической вселенной, имеющей 5 измерений и гиперболически вогнутую геометрию пространства (так называемая вселенная анти-де Ситтера или AdS) с математической точки зрения оказывается той же самой, что и физика на ее сферической 4-мерной границе. При этом 4D-физика границы описывается так называемой конформной теорией поля (CFT) и соответствует миру, природой своих свойств подозрительно похожему на ту вселенную, в которой довелось жить всем нам...⁹⁹

97]SL[

98]MJ[

99]WE[

Подводя итоги в рассказе о голографическом принципе, можно сказать так. Постоянно растущее число исследований в разных областях физики ясно свидетельствует, что данная идея приводит к очень богатым и интересным результатам. По этой причине, как принято в науке, концепцию «вселенной как голограммы» с высокой долей вероятности следовало бы считать верной. Большая проблема в том, однако, что на базе традиционных представлений о природе (рассматривая материю отдельно от сознания) не удастся объяснить, почему этот принцип работает.

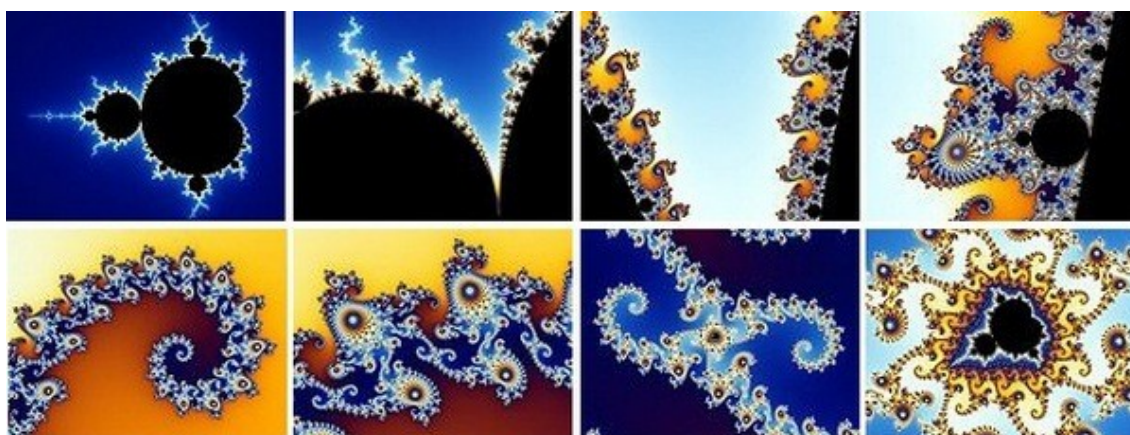
Хотя многие физики сегодня в целом признают справедливость голографической идеи – что информация на поверхностях содержит информацию обо всем в мире – они так и не знают принципиально важных вещей. Ни того, что конкретно следует считать поверхностями, кодирующими информацию. Ни того, как именно эта информация закодирована. Ни того, каким образом природа обрабатывает эти биты «единиц и нулей», словно гигантский квантовый компьютер. Ни того, наконец, каким образом в результате этой обработки порождается окружающий нас мир-голограмма...

Трюк с постижением всех этих загадок, как теперь уже несложно догадаться, кроется в целостном взгляде на реальность, где «тело» материи не существует отдельно от ее «души». То есть памяти и сознания.

Или, чуть подробнее, где мембрана космоса в каждом такте своего «биоритма» порождает очередной слой тахионного кристалла с записью всего, что происходит в мире. Где скаляр-дилатон в 5-мерных уравнениях ОТО Эйнштейна-Калуцы – это звуковое поле¹⁰⁰, не только обеспечивающее энергией вибрации частиц-осциллонов, но и создающее когерентный фон для вселенной как акусто-оптической голограммы¹⁰¹. А 5-мерное гиперболическое пространство анти-де Ситтера – мир «черных дыр», скрывающий в себе единое сознание вселенной...

Когда идею реальности как порождаемой компьютером голограммы обсуждают в дискуссиях, то непременно возникает и тема о том, кто и зачем все это дело мог бы устроить. Как и в любых прочих метафизических спорах (около)религиозного характера, аргументированно что-либо доказать оппонентам тут невозможно в принципе.

Поэтому куда более перспективным занятием представляется нечто иное. Повнимательнее присмотреться к известным аспектам голографии и уже из них попытаться вывести полезные для себя умозаключения относительно природы «симулируемого» мира и того места, которое мы в этой симуляции занимаем.



Граница множества Мандельброта с последовательным увеличением фрагментов картинки – как пример голографического принципа в геометрии комплексных чисел.

100 [71]

101 [7С]

Весьма существенным, но пока практически никак не затронутым аспектом голографии является принцип самоподобия. Из-за особенностей записи волновой информации в голограмме, любой фрагмент голографического снимка – в отличие от фотографии – воспроизводит все изображение целиком, только с меньшим, возможно, количеством деталей.

Проявления этого принципа самоподобия можно угледеть повсюду: от фрактала Мандельброта в математике и фрактальной геометрии в природе до очевидных аналогий в устройстве атома, солнечной системы и галактики. Здесь же, однако, особенно полезно привлечь менее известный пример конструктивных аналогий природы – на основе жидких кристаллов.¹⁰²

Чрезвычайно важная особенность этого специфического состояния материи – тесная связь жидких кристаллов с биологией. Основным компонентом живых организмов является вода, а упорядоченные органические растворы – это и есть жидкие кристаллы. **Функционирование клеточных мембран и молекул ДНК, передача нервных импульсов и работа мышц, жизнь вирусов и вырабатываемая пауком паутина – все это процессы, с точки зрения физики протекающие в жидкокристаллической фазе. Со всеми присущими этой фазе особенностями – склонностью к самоорганизации при сохранении высокой молекулярной подвижности.**

Особого интереса заслуживают такие формы жидкого кристалла, как биологические и клеточные мембраны. Образующие их молекулы, фосфолипиды, расположены перпендикулярно к поверхности мембраны, при этом сама мембрана демонстрирует упругое поведение, допуская эластичные растяжения или сжатия. Молекулы, образующие мембрану, могут легко перемешиваться, однако имеют тенденцию не покидать мембрану из-за высоких энергозатрат на такого рода процессы. Но при этом липидные молекулы могут регулярно перескакивать с одной стороны мембраны на другую.

Даже в столь кратком описании структуры и физики биологической мембранной системы довольно сложно не увидеть очевидное сходство с описанной чуть выше физикой мира как мембраны. Иначе говоря, конструкция самой мельчайшей живой единицы – биологической клетки – в общих чертах словно воспроизводит устройство мироздания. **Откуда с опорой на голографический принцип естественно предположить, что и всю вселенную в целом можно рассматривать как единый живой организм.** Также как и образующие ее космические структуры, фрактальным образом вложенные друг в друга...

В этом новом, куда более широком, спектре самоподобных живых организмов – от клетки до вселенной – человек занимает, казалось бы, довольно скромное место. Если судить по соотношению физических размеров.

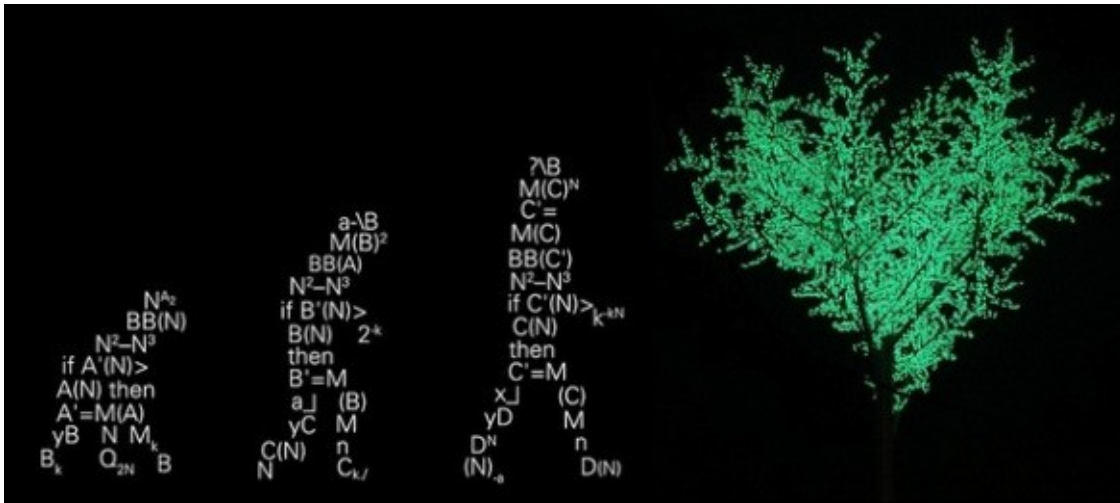
Однако на человека можно смотреть и по-другому – как на самоосознающий свою индивидуальность элемент вселенной, реализующий творческий потенциал эволюции в рамках отдельно обособленного тела. При таком взгляде масштаб наш значительно изменяется – в соответствии с горизонтами нашего осознания. До уровня, можно сказать, творцов, осмысленно (чаще, правда, пока бестолково) пытающихся преобразовать самоорганизующуюся природу.

И наверняка не случайность, что за последние несколько десятилетий сразу в нескольких областях математики разработан весьма мощный аппарат, строгими выкладками подкрепляющий справедливость этой идеи. Вот только сами математики-разработчики в массе своей, похоже, об этом еще не знают...¹⁰³

102 [75]

103 [MI]

6.1_ЧИСЛА



(46)

Случилось так, что Рене Декарт¹⁰⁴ и Блез Паскаль¹⁰⁵, два наиболее значительных мыслителя из всех, что были подарены миру Францией в XVII веке, оставили в истории заметный след не только как философы, но и как первоклассные математики.

Про гениального Паскаля в этом отношении и говорить нечего, его вклад в точные науки общеизвестен. Но и Декарт – «отец современной европейской философии», как его нередко именуют – помимо прочего, знаменит также и как родоначальник аналитической геометрии. Благодаря ему, в частности, математический инструментарий науки пополнился новаторским и чрезвычайно эффективным подходом к решению задач на основе системы координат, получившей со временем название «декартовой».

В отличие от универсального языка математики, равно пригодного для всех людей в независимости от их мировоззрения и верований, разная философия может приводить ученых к диаметрально противоположным выводам. Поэтому неудивительно, что философские взгляды на природу у Декарта и Паскаля различались весьма существенно. Особенно в вопросах взаимоотношений между миром духовным и миром физическим.

Но имеются, однако, в философском наследии этих мыслителей весьма важные нюансы – причем речь идет о моментах математического свойства – которые при надлежащем их развитии могли бы не только сблизить философию Декарта и Паскаля, но и сделать куда больше. Вроде того, чтобы подвести строгую математическую базу под научную концепцию о единой природе материи и сознания.

Дабы стало яснее, о чем здесь вообще идет речь, пора напомнить **два** примечательных образа, или как еще говорят, **архетипических символа**, чрезвычайно занимавших этих философов. Данные символы – **сфера и дерево** – с незапамятных времен фигурируют в идеях человечества про **устройство мироздания**.

О богатой истории образа сферы (причем довольно необычной конструкции) в этом контексте весьма содержательно рассказывает очерк Хорхе Л. Борхеса под названием

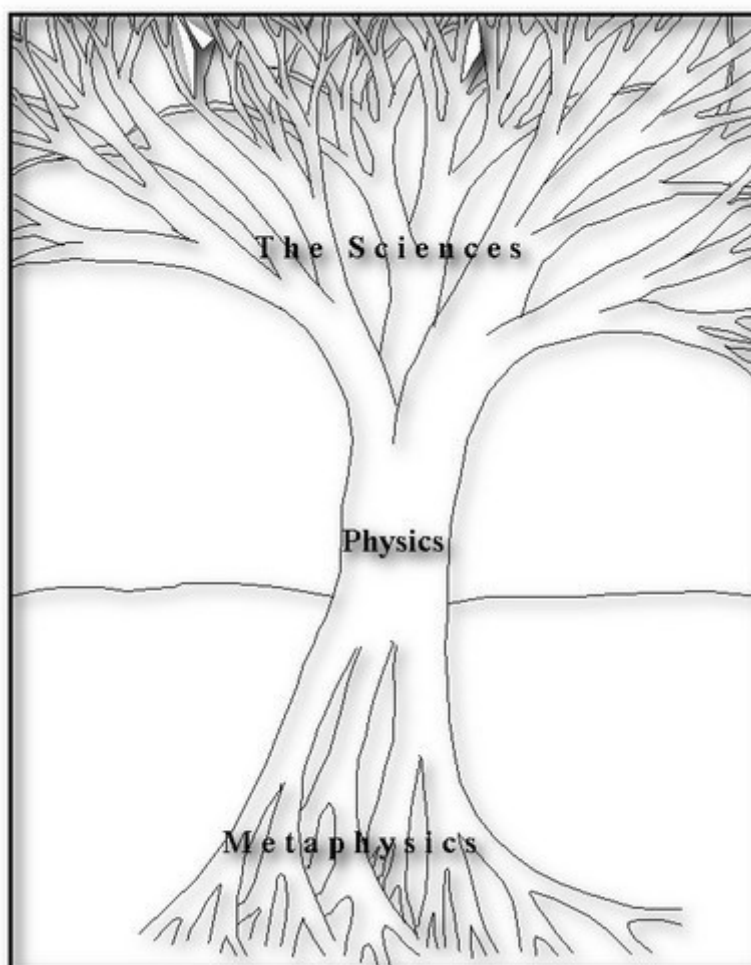
104 [50]

105 [12]

«Сфера Паскаля». Не вдаваясь в пересказ известного текста, здесь достаточно процитировать лишь то, в каких словах именно Блез Паскаль сформулировал им постигнутое: **«Природа – это бесконечная сфера, центр которой находится везде, а окружность нигде»...**

Для мировоззрения Декарта, судя по всему, более близким и важным представлялся символ дерева. Этот образ, обнаруживаемый в древнейших космогонических мифах самых разных народов планеты под общим названием «дерево жизни», находит отражение и в декартовых «Началах философии».

Иерархическая **структура для общего комплекса знаний** человека о мире – то есть для «философии» в терминологии Декарта – должна выглядеть, по его мнению, следующим образом: «**Вся философия подобна дереву**, корни которого – метафизика, ствол – физика, а ветви, исходящие от этого ствола, – все прочие науки, сводящиеся к трем главным: медицине, механике и этике».



Не будем обращать внимания на очевидную архаичность, скажем так, декартовой классификации наук, и сосредоточимся лишь на собственно древовидной структуре знания. А также вспомним – для целостности картины – известное предание о том, при каких обстоятельствах Декарт придумал свою систему координат.

Взглянув однажды на раскидистое дерево через окно, защищенное прутьями решетки, философ, говорят, вдруг понял, что с помощью квадратов решетки можно задать числами положения частей дуба – ствола, ветвей, листьев. А уменьшая размер ячеек такой сетки, можно получать описания (или «оцифровки», как сейчас говорят) дуба со все большим и большим количеством деталей.

Прямоугольная декартова система координат, что общеизвестно, стала открытием величайшего значения для последующего выстраивания математических основ физики. Куда менее известно, что если бы мысль Декарта пошла несколько не так, и если бы он, скажем, попытался описать картину в окне с помощью другой, новой системы чисел – способных напрямую описывать дерево благодаря своей собственной древовидной структуре – то вся наука сегодня могла бы выглядеть в корне иначе.

То есть в принципе уже тогда, на заре научной революции, у человечества имелась возможность получить существенно иную систему исчисления. Которая, как недавно выяснилось, также чрезвычайно полезна для физики и прочих ветвей научного знания, но открыта была лишь несколько веков спустя под названием ***p*-адические числа** (читается как пэ-адические).

И самое любопытное, что **еще одно – помимо дерева – наглядное представление** этой математической конструкции делается **с помощью «сферы, центр которой везде»...**

(47)

Теория *p*-адических чисел появилась на исходе XIX века. Иначе говоря, научный мир узнал об этом открытии практически одновременно с публикациями революционных для физики идей о квантовании энергии и специальной теории относительности.

О том, сколь глубока в действительности связь между этими величайшими физическими открытиями и аппаратом *p*-адических чисел, станет известно много, много позже. Так что не только поначалу, но и чуть ли не век спустя после открытия – почти до конца XX столетия, *p*-адика существовала в представлениях ученых совершенно отдельно от физики.

Другими словами, необычную арифметическую конструкцию, изобретенную немецким алгебраистом Куртом Гензелем¹⁰⁶, в научном мире очень долго продолжали воспринимать как теоретически полезную, но при этом совершенно абстрактную математическую структуру. Не имеющую абсолютно никаких связей ни с реальностью, ни, тем более, с актуальными практическими приложениями.

Если же смотреть на эту картину с высоты нынешнего комплекса знаний, то несложно заметить, что траектория развития науки в XX веке вовсе не обязательно должна была быть такой, какой она получилась. И если бы у титанов научной революции находилось чуть больше желания и времени повнимательнее смотреть по сторонам, а не только продвигать собственные теории, целостность научной картины от этого только бы выиграла.

Причем речь здесь идет отнюдь не об оторванных от реальности фантазиях. Так, одновременное появление¹⁰⁷ в 1900 году квантовой гипотезы Планка, проложившей ученым путь в микромир, и публикация книги Фрейда «Интерпретация сновидений», открывшей для науки мир подсознания, навряд ли могли бы быть сразу восприняты как четкий сигнал к сведению физики и психологии в единое русло взаимно согласованных изысканий (на данный счет нет понимания и по сию пору).

Но вот обратить внимание на то, что структура и особенности необычных *p*-адических чисел красиво сочетаются с новейшими открытиями в физической науке, для выдающихся математиков эпохи вполне было по силам. Тем более, что ученых таких имелось немало, а задачи математической физики всегда играли первостепенную роль. Несмотря на все это, увы, ни объединения, ни даже заметных пересечений для физики и *p*-адика тогда не произошло...

106]НК[

107 [10]

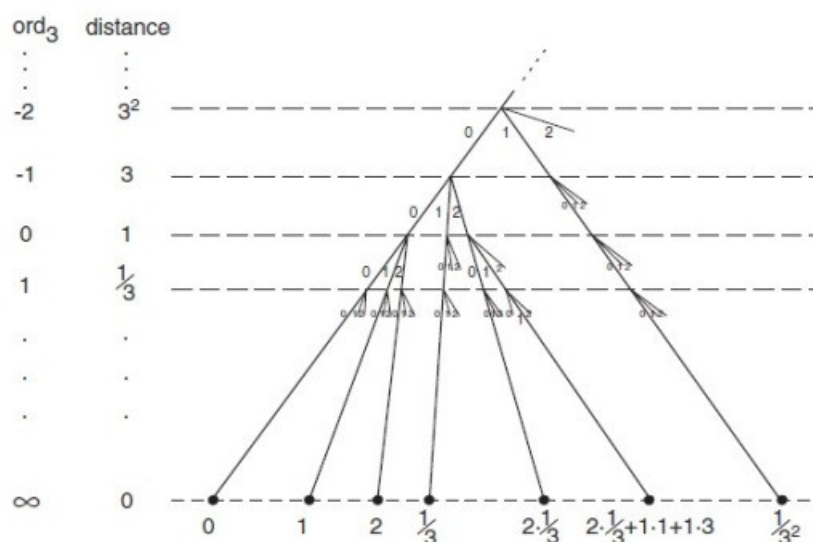
Необычная суть p -адической конструкции заключается в том, что абстрактную математическую идею непрерывности можно, оказывается, выводить стройно и непротиворечиво на основе модели, очень сильно отличающейся от привычных всем действительных чисел. Если для действительных чисел как самоочевидное предполагается, что все они упорядоченно расположены на числовой оси, а всякий отрезок на этой прямой можно (до бесконечности) делить на два меньших с общей границей, то для p -адических чисел картина выглядит существенно иначе.

Начать следует с того, что множество p -адических чисел является неупорядоченным. То есть для любой пары таких чисел невозможно говорить, что одно из них «больше», а другое «меньше». Соответственно, между этими числами нет и интервала, в котором можно было бы искать другие числа – типа «меньше первого и больше второго». Но при этом, имея сугубо дискретную природу, они плотно заполняют собой все «числовое пространство».

Наглядности ради, p -адические числа можно уподобить ветвям и листьям огромного раскидистого дерева. Если представить, что такое дерево выросло из некоторой определенной точки на числовой прямой, то обнаруживается удивительное соответствие этих множеств. То есть ветвей и листьев на математическом дереве настолько много, что для любой точки на числовой оси можно найти соответствующую величину и на древовидной структуре – продвигаясь по дереву согласно строго определенным правилам.

Чтобы правила эти в общих чертах стали понятны, полезно привести довольно близкую аналогию с разложением действительных чисел по разным основаниям. То есть надо представлять, каким образом всякое число эквивалентно записывают в виде суммы степеней одного и того же числа-базы – как это делается в десятичной записи, двоичной записи, шестнадцатиричной и так далее.

В конструкции p -адических чисел делается примерно то же самое, но в качестве основания берется простое число – делимое лишь на себя и 1 (в немецком языке такого рода объект именуют Primzahl, что и подсказало Курту Гензелю назвать свое открытие p -адischen Zahlen). Гензель обнаружил, что если рациональные числа, то есть дроби, определенным математическим образом (с помощью модульной арифметики) выражать через степени простого числа, то получается особый, вполне полноценный мир чисел.



А самое главное, через этот мир удобно подходить к известным сложным задачам математики. В частности, p -адика оказалась очень полезна для выяснения общих вопросов о разрешимости алгебраических уравнений.

Поскольку всякая система p -адических чисел выстраивается – или вырастает словно дерево – отдельно для каждого простого числа p , то можно говорить, что Курт Гензель открыл в математике бесконечное множество параллельных вселенных. Причем каждый из этих миров не хуже действительных чисел способен заполнять все промежутки между рациональными числами – представляя иррациональные числа (корни уравнений, значения логарифмов, синусов-косинусов и так далее) в виде бесконечных разложений по степеням p .

И что особо примечательно, каждая из p -адических вселенных имеет гранулированную структуру, сформированную на основе своего собственного «неделимого атома» p .

На фоне этих пояснений существенно иначе начинают выглядеть и важные успехи физики, достигнутые одновременно с появлением p -адики. С одной стороны – богатые результаты классической физики, наработанные относительно гранулированной структуры пространства (модель Кельвина для эфира как «вихревой губки») ¹⁰⁸. А с другой – идеи Планка о квантованной, а значит тоже «гранулированной», природе энергии...

Иначе говоря, **математический мост для органичного перехода от классической физики к квантовой теории имелся, по сути дела, с самого начала**. Более того, спустя еще полтора десятка лет (в 1916, одновременно с рождением ОТО Эйнштейна) в теории чисел был доказан и фундаментально важный для обеих физик математический результат.

Ученик Гензеля, совсем молодой в ту пору российский математик Александр М. Островский доказал теорему (ныне известную под его именем), согласно которой рациональные числа можно пополнить до непрерывного множества лишь только двумя альтернативными способами – либо аппаратом действительных чисел, либо p -адических. Никаких других вариантов нет и не может быть в принципе...

(48)

Почему столь абстрактный, казалось бы, математический результат, как теорема Островского в теории чисел, оказывается чрезвычайно важен для фундаментальных основ физики, яснее станет чуть позже. Сейчас же самое время вспомнить про более древний «французский след».

С «деревом Декарта» и ролью этого образа для описания p -адических чисел ситуация, вероятно, уже достаточно понятна. Но вот причем здесь «сфера Паскаля»?

Для ясности в этом вопросе полезно рассмотреть конструкцию и **свойства p -адики** несколько с другой стороны – **в терминах** так называемых **ультраметрических пространств**, введенных в теорию чисел в 1944 году Краснером.

(Марк Краснер был еще одним математиком русского происхождения, которому в юном возрасте – как и Островскому – пришлось перебраться на Запад из России, зараженной антисемитизмом и бурно кипящей революциями. В середине 1930-х годов он защитил в Париже диссертацию под руководством Жака Адамара и последующие полвека, вплоть до смерти в 1985, оставался уже французом. Что же касается Александра Островского, то он после смены городов и стран к 1927 году осел в Швейцарии, где получил математическую профессию в университете Базеля. На остальные 60 лет его долгой жизни этот город и стал для Островского домом...)

Уже по названию объекта, «ультраметрическое пространство», можно понять, что речь идет о таком множестве, где метрика – то есть мера расстояния – между элементами задается не так, как принято обычно.

Что такое метрика обычная, проще всего иллюстрирует евклидова геометрия, где свойства расстояний между точками интуитивно ясны и самоочевидны. Метрика всегда положительна, а нулю равна лишь в том случае, если точки совпадают. Расстояние от точки А до точки В равно расстоянию от точки В до точки А. Ну а для вершин треугольника расстояние между двумя любыми точками не превышает суммы расстояний от этих точек до третьей.

Последнее из перечисленных свойств обычно так и именуют – неравенством треугольника. Но вот если его чуть-чуть усилить, потребовав, чтобы расстояние между любыми вершинами во всяком треугольнике всегда не превышало длину наибольшей из двух других сторон (сильное неравенство треугольника), то происходит удивительная вещь. Выяснилось, что геометрия пространства с такой «ультраметрикой» не только выглядит существенно иначе, нежели евклидова, но и обычная человеческая интуиция относительно свойств пространства тут совершенно перестает работать.

Например, во всяком ультраметрическом пространстве любой треугольник является либо равносторонним, либо равнобедренным. И более того, основание равнобедренного треугольника не может быть больше боковых сторон.

Одним из любопытных следствий этого свойства оказывается то, что любые два шара в ультраметрическом пространстве либо вообще не пересекаются, либо один из них целиком содержится внутри другого. Похожим образом ведут себя капельки ртути.

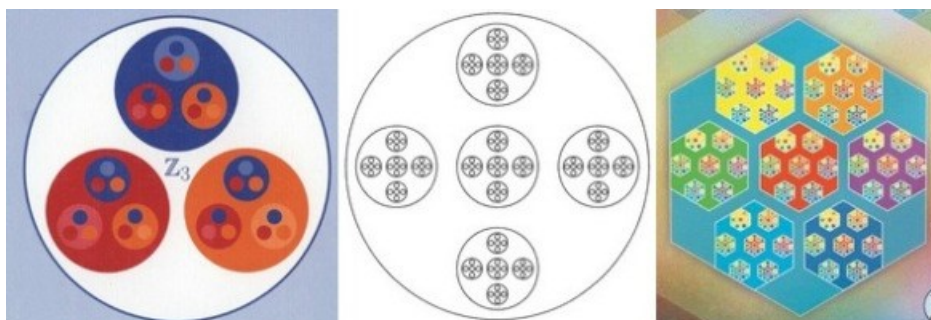
Из-за этих свойств ультраметрические пространства образуют, как иногда говорят, систему с естественной иерархией. В такой системе шары меньшего радиуса без пересечений и пустот полностью заполняют собой шар большего радиуса. Причем внутри любого из шаров иерархии расстояние между произвольными двумя точками всегда одно и то же. И равно радиусу данного шара.

Совершенно логичным, но при этом все равно довольно неожиданным и необычным следствием этой «естественной иерархической» структуры оказывается вот что: **любая точка ультраметрического шара является его центром.**

Никто не успел, наверное, еще забыть, какими словами Блез Паскаль описывал устройство природы?

Ну а к математике p -адических чисел вся эта конструкция имеет самое непосредственное отношение по той причине, что саму концепцию ультраметрических пространств Марк Краснер вводил непосредственно на их основе.

Так что с самого начала и вплоть до сегодняшнего дня p -адические числа являются хотя и не единственным, но бесспорно важнейшим примером ультраметрических пространств. Или системы бесконечно вложенных друг в друга шаров, «центр которых везде, а край нигде».



Условное изображение 3-, 5-, 7-адических чисел (в действительности пустот между кругами нет)

Дабы произошел естественный переход от абстрактной p -адики ко вполне конкретным исследованиям тайн в устройстве материи, сознания и реальности в целом, осталось сделать всего один шаг. На языке математиков этот шаг называется **неархимедов анализ**.

Среди важнейших особенностей ультраметрических пространств всегда непременно упоминают, что их геометрия является неархимедовой. Конкретно здесь свойство неархимедовости означает, что из любой точки ультраметрического пространства невозможно удалиться на расстояние, превышающее некоторую величину R , если делать шаги не более R . То есть, чтобы выйти за пределы круга, надо обязательно сделать шаг, превышающий радиус этого круга...

Понятно, что эта странная особенность никак не соответствует всему нашему опыту и представлениям о мире, описываемом евклидовой геометрией и ее аксиомами. По той, в частности, причине, что среди аксиом классической геометрии имеется одна весьма особенная – так называемая аксиома Архимеда – которую на протяжении тысячелетий математики вообще не замечали.

Впервые выделили и проанализировали эту аксиому Джузеппе Веронезе и Давид Гильберт. По своей значимости для основ математики это открытие можно сравнить с открытием неевклидовой (римановой) геометрии искривленных пространств. Потому что и здесь было показано, как отказ от аксиомы Архимеда приводит к совершенно иной, неархимедовой геометрии, которая также демонстрирует свою полноценность и непротиворечивость.

Причем обнаружено это было – что имеет смысл отметить – в самом конце XIX века, всего за несколько лет до первых открытий квантовой физики. Но в ту пору, конечно же, заметить это было крайне сложно...

Так в чем же суть аксиомы Архимеда, десятки веков незримо присутствовавшей в математике как самоочевидная истина?

Рассмотрим прямую линию и выберем на ней два отрезка, имеющие разную длину и начинающиеся в одной точке. Так вот, аксиома Архимеда гласит, что если прикладывать меньший отрезок вдоль прямой достаточно большое число раз, то в конце концов мы непременно превзойдем длину второго, более длинного отрезка.

Фактически, эта аксиома описывает стандартную процедуру измерения – мы как бы сравниваем произвольную величину с эталоном меньшего размера. По этой причине аксиому Архимеда иногда называют аксиомой измеримости. А одним из ее естественных следствий является то, что всегда должна быть возможность для измерения сколь угодно малых расстояний – путем выбора еще более мелкого эталона.

И вот тут-то обнаруживается принципиальное противоречие между традиционной, архимедовой математикой пространства и устройством реального мира, описываемого квантовой физикой.

В квантовой теории – самой продвинутой из всех физических наук человека – имеется фундаментальной важности результат. Согласно которому при любой мыслимой точности приборов нет никакой возможности измерить расстояние с погрешностью меньшей, чем некоторая константа, именуемая «планковской длиной».

Эта минимальная величина размера выведена как соотношение самых главных констант, описывающих физику нашего мира – постоянной Планка, скорости света и константы гравитационного взаимодействия. Планковская длина очень мала, 10^{-35} метра, но она говорит о том, что при данных масштабах вся известная нам физика-математика действовать перестает. По той уже причине, что геометрия обычного евклидова и, даже

более обобщенно, риманова пространства неадекватно описывает свойства реального физического мира на очень малых расстояниях.

Иначе говоря, для традиционной математической физики обозначился своего рода непреодолимый барьер. Но вся наука устроена так, что любой барьер трактуется лишь как сигнал к поиску новых, нетрадиционных инструментов для решения проблемы.

Здесь же суть проблемы выглядела примерно следующим образом. Общепринятая в науке система аналитического описания задач оперирует действительными числами. Это кажется совершенно естественным, ибо так в математической физике было всегда, начиная с Ньютона и Лейбница, создавших аппарат дифференциального и интегрального исчисления.

Аппарат же этот в основах своих построен на ключевой особенности действительных чисел: любой интервал длины или времени здесь можно уменьшать до бесконечности. Или иначе, если понадобится, то точность измерения – в десятичной записи величины – можно повышать до любой нужной цифры после запятой.

Но если над этим моментом задуматься чуть поглубже, то приходится сделать вывод, что с физической точки зрения здесь делается чересчур сильное и более того, неверное допущение. Как в экспериментальном, так и в теоретическом смысле.

Потому что **в любом физическом опыте всякую нужную величину реально можно измерить только рациональным числом** – как отношение одного целого числа к другому. Насколько позволяет градуировка прибора... Формулируя чуть иначе, рациональные числа и только они являются подлинно «физическими» числами.

Описание естественно-научных моделей с помощью действительных чисел – как одного из возможных расширений чисел рациональных – происходило несколько сотен лет и на микромасштабах зашло в тупик. Из теоремы Островского известно, что другим логически оправданным вариантом для описания мира являются p -адические числа, в пространстве которых аксиома Архимеда нарушается.

Ну а поскольку каких-либо третьих вариантов пополнения рациональных чисел до понятия непрерывности в мире математики больше не имеется, то естественно предположить, что **настало, очевидно, время для описания мира в терминах p -адической арифметики и неархимедовой геометрии.**

По каким-то необъяснимым пока историческим причинам, ключевая роль в переформулировке физики на язык p -адических чисел и ультраметрического анализа досталась ученым российской математической школы. И что примечательно, реальный прогресс на данном направлении начался лишь после того, как в середине 1980-х годов скончались Марк Краснер и Александр Островский...

(50)

Родоначальниками совершенно нового исследовательского подхода по праву считаются Василий С. Владимиров и Игорь В. Волович, работы которых впервые продемонстрировали важность неархимедова анализа и p -адических чисел для теоретической физики.¹⁰⁹ (Строго говоря, несколько других попыток в этом духе было и до них, однако внимания коллег те результаты привлечь не сумели.)

Уже в первой публикации Владимирова и Воловича на эту тему, в 1984, было выдвинуто и обосновано предположение, что p -адические числа можно использовать для описания пространства на планковских расстояниях. Более того, выкладки математиков свидетельствовали, что **природа вообще оказывается устроена неожиданно и существенно проще, если смотреть на нее с теоретико-числовой точки зрения.**

Реально важным этапом для внедрения p -адики в физику стала работа Воловича 1987 года, предлагавшая интересные подходы к использованию p -адического аппарата в теории струн. Эта статья¹¹⁰ в журнале «Классическая и квантовая гравитация» сумела привлечь внимание видных струнных теоретиков, включая Эдварда Виттена, и вызвала в международном сообществе целый поток публикаций по p -адическим струнам.

Активный интерес других исследователей в сочетании с новыми интересными результатами простимулировали развитие многих других p -адических физических моделей. Причем области приложения этого аппарата и ультраметрического анализа в целом год от года устойчиво разрастаются.

Со временем появились не только p -адические модели квантовой механики и теории поля, но также p -адические описания сложных систем типа спиновых стекол – необычного состояния твердого вещества, по своим структурным особенностям напоминающего «вихревую губку» Кельвина. Благодаря специфике своей конструкции, p -адические числа вообще оказываются очень удобным инструментом для описания самых разных систем фрактальной или гранулированной структуры.

Более того, для p -адики нашлись весьма заманчивые приложения в биологии. Чтобы стало понятнее, почему этот аспект внедрения новых подходов в науку представляется особо важным, можно процитировать известные слова Израиля М. Гельфанда, одного из главных мировых авторитетов по проблемам математического описания биологических систем.

Обыгрывая знаменитую формулировку Юджина Вигнера¹¹¹, он сказал так:

Есть только лишь одна вещь, еще более непостижимая, чем непостижимая эффективность математики в физике. И эта вещь – непостижимая НЕэффективность математики в биологии...

Возможно, что ключ к решению данной загадки уже получен. Как пишет об этом Сергей В. Козырев, один из известных исследователей биофизики методами p -адического анализа, «неэффективность математических методов в биологии может быть связана именно с тем, что к биологии пытались применять, как и к физике, методы вещественного анализа, в то время как базовые модели биологии, возможно, должны выражаться на ультраметрическом языке».¹¹²

Обоснованность этой точки зрения достаточно убедительно подтверждают успехи математиков, применяющих новые методы ультраметрического анализа к описанию генетического кода ДНК и к моделям динамики биологических макромолекул типа белков.

Перечисляя, однако, множество бесспорных успехов и достижений нового p -адического подхода, непременно следует подчеркнуть один очень важный нюанс. Каждая p -адическая модель выстраивается на основе своего собственного простого числа p . Для описания ДНК или, скажем, для криптографии очень удобна 2-адическая модель. Для других же задач это могут быть 3-, 5-, 7-, 11- или даже (вдруг кому понадобится) 1999-адические системы.

Систем таких бесконечно много, все они разные и каждая из них по сути самодостаточна. Но вот какое из чисел этого бесконечного ряда подходит для описания мира наилучшим образом – не скажет вам никто.

К счастью, направление для выхода из этой затруднительной ситуации было найдено почти сразу. В технической терминологии оно именуется **адели**, а по сути своей приводит все p -адические системы к демократичному равноправию.

110]VI[

111 [MI]

112]КО[

Поначалу в высшей степени абстрактная, конструкция аделных чисел была введена в математику чуть-чуть раньше ультраметрики, на рубеже 1930-1940-х годов. Родоначальником аделей был французский математик Клод Шевалле, более всего известный как самый молодой из сооснователей знаменитой группы «Бурбаки». А также как человек, занимавшийся, по выражению его друга и коллеги Андре Вейля, максимально дегуманизированной, то есть формальной и очень далекой от жизни математикой.

Лишь только к концу 1980-х годов выяснилось – благодаря знаменитой ныне адельной формуле Фройнда-Виттена¹¹³ – что в действительности абстрактная конструкция Шевалле имеет самое непосредственное отношение к квантовой физике. Как говорят в подобных случаях, верная идея опередила свое время примерно на полвека (но это, впрочем, как смотреть – о чем чуть далее).

Суть устройства необычного числа под женским почему-то именем аделей сводится к тому, что это вектор или бесконечная последовательность чисел, где на первом месте стоит произвольное действительное (вещественное) число, а на всех остальных – p -адические выражения для того же самого числа по всевозможным нарастающим значениям простого p .

Соотношения, записывающие произвольное число в виде бесконечного произведения по степеням простых чисел, широко используются в математике и известны под названием эйлерова представления. Преобразование величины к такому виду обычно сильно упрощает анализ.

Что же касается свойств аделных объектов, то адельная координата содержит в себе и вещественную, и все p -адические координаты. Благодаря такой составной конструкции они одновременно демонстрируют свойства архимедовой и фрактальной (неархимедовой) топологии. Но при этом адельные объекты в целом имеют сильную тенденцию быть проще, чем их архимедовы (вещественные) компоненты.

А кроме того, благодаря эйлеровым формулам произведения, воплощающим идею равноправия всех топологий, информация о вещественной компоненте адельного объекта может быть считана либо с самой этой вещественной компоненты, либо с произведения p -адических компонент для всех p .

Опираясь на этот математический аппарат, Питер Фройнд и Эд Виттен, заинтересовавшиеся работой Воловича о p -адических струнах, в 1987 году вывели важную формулу, объединившую обычную квантовую механику с p -адической и адельной математикой.

Они показали, что волновая функция, описывающая эволюцию свободной частицы в стандартной квантовой механике, может быть представлена как произведение волновых функций p -адических струн. Это соотношение иногда интерпретируют так, что энергия обычной квантовой частицы на самом деле состоит из энергий ее p -адических компонентов...

Данный результат очень важен по трем, как минимум, причинам. Во-первых, стало ясно, что отыскание аделных формул для описания физических систем может существенно упрощать их анализ.

Во-вторых, объединение математики аделей с квантовой физикой к концу 1990-х годов позволило уже упоминавшемуся ранее¹¹⁴ Алену Конну найти «почти доказательство» (точнее, красивый подход к решению) одной из величайших математических задач – гипотезы Римана о нулях дзета-функции.

Ну а в-третьих, **адели указали реальный путь к целостному математическому описанию сознания и материи как единой системы.**

113]FW[

114 ТЗО_5.2 (40)

(51)

В 1987 году, почувствовав мощную тенденцию в процессах «погружения» (или наоборот, вознесения) физики в теорию чисел, видный русский математик Юрий И. Манин¹¹⁵ так обрисовал свое представление об открывающейся картине реальности:

На фундаментальном уровне наш мир не является ни вещественным, ни p -адическим: он адельный. По каким-то причинам, связанным с физической природой нашей разновидности живой материи (возможно, с тем, что мы состоим из массивных частиц), мы обычно проецируем адельную картину в вещественную сторону. С тем же успехом мы могли бы духовно проецировать ее в неархимедову сторону и вычислять наиболее важные вещи арифметически [по Манину, «духовная проекция» происходит в платоновский мир математических идей].

«Вещественная» и «арифметическая» картины мира находятся в отношении дополнителности, напоминающем отношение между сопряженными наблюдаемыми в квантовой механике.

Эти идеи Манина особо примечательно выглядят при их сопоставлении с высказываниями Вольфганга Паули, одного из главных персонажей в «путеводителе ТЗО». На рубеже 1940-50-х годов, подводя итог своим метафизическим размышлениям о природе мира и будущем науки, Паули писал про эти вещи так¹¹⁶:

По моему личному мнению, в будущей науке реальность не будет ни ментальной, ни физической, а каким-то образом обеими из них сразу, и в то же время ни той или другой по отдельности...

Наиболее важная и в высшей степени сложная задача нашего времени – заложить новую идею реальности ... И самое оптимальное, если бы физика и душа представлялись как комплементарные аспекты одной и той же реальности.

Не заметить очевидные параллели в идеях Паули и Манина чрезвычайно сложно. А чтобы стало понятнее, насколько близко Вольфганг Паули находился от важнейших физико-математических открытий, происходящих только сейчас, достаточно привести такие биографические факты.

Свои идеи о едином математическом описании для материи и сознания Паули начал вынашивать под большим впечатлением от теорий Карла Г. Юнга, с которым был близко знаком с начала 1930-х годов и регулярно общался всю остальную жизнь. В годы войны, то есть первую половину 1940-х годов, Паули работал в Принстоне, США – где в тот же период работал и «отец всех аделей» Клод Шевалле.

В эти же годы, в 1944, Карл Юнг начал работать, помимо Цюриха, еще и профессором в университете Базеля. Другим профессором этого университета был Александр М. Островский. Более того, в 1949 году этот специалист по p -адике женился на специалистке по аналитической психологии Маргарет Захс, ученице и соратнице Карла Густава Юнга. Наконец, в 1958 году и Островский, в свою очередь, стал приглашенным профессором цюрихского ETH, где кафедру физики возглавлял Вольфганг Паули...

Короче говоря, практически все было уже готово, чтобы Паули и Островский сошлись поближе. Великий физик наверняка узнал бы побольше о p -адических числах, об аделях и об их замечательных особенностях. И конечно же, Паули заметил бы, насколько красиво структура аделей ложится на его идеи о взаимной дополнителности материи и сознания... Но ничего этого, увы, в реальности не произошло.¹¹⁷

115 [MP]

116 [10] [13]

117 [1C]

А получилось так, что пришлось ждать еще полвека. И то, что мы могли бы узнать о единой математической модели для физики и души уже тогда, понемногу начинает выясняться только сейчас.

В 1989 году, послушав одну из лекций Владимиров и Воловича, практически приложениями p -адики сильно заинтересовался математик Андрей Ю. Хренников. Еще через пять лет, к 1994, став уже видным специалистом в этой области и автором известной монографии¹¹⁸ о приложениях p -адического анализа в математической физике, Хренников пришел к выводу, что занимается не совсем тем, чем следовало бы.

Весь наработанный им опыт свидетельствовал, что p -адические подходы нужны не столько для физики микромира, сколько для описания чего-то другого, какой-то другой части природы... Вряд ли это была случайность, но как раз в это же время он заинтересовался работами Зигмунда Фрейда. За чтением фрейдových книг у Хренникова и родилась сильно захватившая его идея: создать математическую теорию, описывающую психологическое поведение и, в частности, формализующую психоанализ.

В работах Фрейда очень наглядно описывались потоки идей, представлений и желаний, причем эти потоки или «духовные объекты» выглядели ничуть не менее реально, чем объекты материальные. Духовные объекты также способны эволюционировать, с разной силой взаимодействуя друг с другом. То есть, как математический физик, Хренников интуитивно почувствовал, что наткнулся на такую динамику в ментальном пространстве, которая очень похожа на динамику материальных объектов в пространстве физическом.

Ну а дальше, как исследователю-аналитику, ему было необходимо лишь ввести подобающую систему духовных координат и математически описать ментальные потоки. Стандартные модели на основе вещественных координат, давно и активно применяемые для картографирования нейросетей мозга, Хренников отменил очень решительно – как неподходящие по целому ряду принципиальных причин. Но одновременно, имея солидный опыт работы в p -адической физике, он сразу обратил внимание на то, что p -адические деревья подходят для описания духовных пространств практически идеально.

Спустя еще десяток лет результатом этой исходной идеи стала внушительная серия из дюжины примерно монографий и статей Хренникова, посвященных математическому моделированию процессов мышления в системе p -адических координат.¹¹⁹

Нельзя сказать, что эти новаторские и глубокие работы прошли в научном сообществе полностью незамеченными. Специалисты их знают, конечно (профессор Хренников, среди прочего, известен как глава «Международного центра по математическому моделированию в физике и науках о мышлении» при университете Вэкшо, Швеция). Однако никакой революции в науке о мышлении и мозге эти труды пока не совершили. По той, прежде всего, причине, что на главные вопросы о тайнах сознания числовые p -адические модели Хренникова дать ответов не могут.

Главный из этих вопросов – проблема связи между духом и материей. Никакой ясности с этим вопросом как не было у ученых во времена Декарта и Паскаля, так нет ее и поныне. Опираясь на имеющийся массив знаний, наука по-прежнему стоит перед «пропастью в объяснении», даже близко не представляя механизмов, обеспечивающих взаимодействие материи и сознания.

Другой вопрос, близко соотносящийся с первым – где именно сознание находится? В мозге? Или же где-то еще – в пространстве «над головой»? А может быть, сознание распределено повсюду, где есть энергия и пространство?

Внятно и убедительно ответить на эти вопросы сегодня не в состоянии никто.

118]НА[

119]КН[

Но можно отметить, что кое-что очень существенное на данный счет способна подсказать наука геометрия. В частности, геометрические идеи, разработанные одним коллегой, соседом и близким знакомым Вольфганга Паули по Цюриху...

Более корректно, впрочем, в данном контексте говорить не столько о геометрии вообще, сколько о ее разделе под названием топология.¹²⁰

6.2_ФОРМЫ



(52)

Случилось так, что на кладбище Цолликона, фешенебельного пригорода Цюриха, урны с прахом Вольфганга Паули и Хайнца Хопфа расположены неподалеку друг от друга. Как своего рода символ непрекращающегося диалога двух великих ученых-друзей – возглавлявших кафедры физики и математики в одном и том же институте ETH, живших по соседству, время от времени сражавшихся в шахматы и любивших вместе бродить-беседовать в окрестных лесах.

О чем там им нравилось разговаривать, теперь, наверное, уже и не узнать. Хотя кое-что на данный счет все же известно. Всегда отличавшийся чувством юмора, после одной из таких прогулок Хопф следующим образом прокомментировал их беседы: «Сегодня у нас была горячая дискуссия о том, для чего был сотворен человек – чтобы заниматься Чистой Математикой или же чтобы заниматься Прикладной Математикой. Увы, нам не удалось разрешить эту проблему»...

Занятная и одновременно несколько грустная ирония заключается в том, что готовый ответ для столь «трудноразрешимой проблемы» в действительности был найден самим же Хопфом давным-давно. Вот только на постижение смысла этого ответа ученым-математикам и ученым-физикам понадобились многие и многие годы. Считаю, порядка полувека. К тому времени уже ни Хопфа (1894-1971), ни тем более Паули (1900-1958), на этом свете уже не было.

Собственно же Ответ представляет собой на удивление богатую математическую конструкцию, открытую Хайнцем Хопфом еще в 1931 году¹²¹, а ныне общеизвестную под названиями Hopf fibration, Hopf fiber bundle или – не в самом удачном переводе на русский – «расслоение Хопфа». Поначалу обнаруженное и описанное как совершенно абстрактный объект в области чистой математики, расслоение Хопфа, как выяснилось

много десятилетий спустя, имеет широчайший диапазон приложений в математике прикладной. И особенно – в самых разнообразных областях физики.

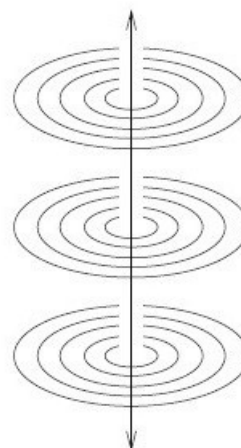
Иначе говоря, разграничение чистой и прикладной математики – это, похоже, особенность исследователей, только начинающих познавать природу. Однако чем больше человек узнает о мире и о себе, тем чаще он обнаруживает, что любой раздел математики может иметь прикладное значение. Более того, именно такие открытия – найти сугубо практическое приложение для совершенно абстрактных прежде идей – и оказываются ныне в математике особо волнующим и захватывающим делом.

Но пока что, впрочем, самое время поподробнее разобраться, что же в общих чертах представляет собой расслоение Хопфа и каковы его разнообразные физические приложения.

Суть этого замечательного объекта такова, что внутреннее строение трехмерного пространства, как обнаружил Хопф, имеет с точки зрения топологии не то что простую, а скорее даже напротив, весьма нетривиальную и богатую структуру.

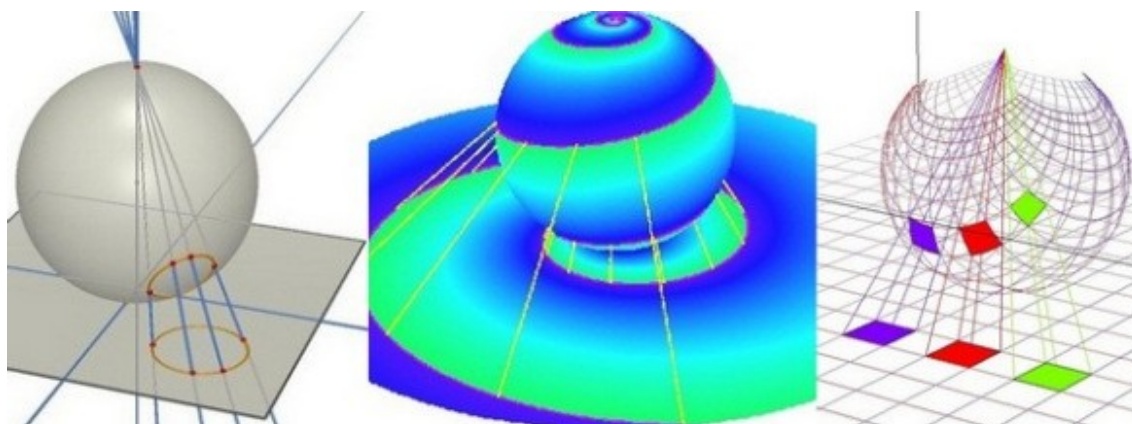
В принципе, рассказывать об этом «устройстве нашего пространства» можно очень по-разному – в зависимости от аспектов, которые надо подчеркнуть. Можно, в частности, и вот так.

Фактически, Хайнц Хопф нашел способ заполнения всего пространства с помощью окружностей. Вообще говоря, для этой задачи есть и совсем простые решения, типа такого – взять прямую и нанизывать на нее до бесконечности concentricкие окружности.

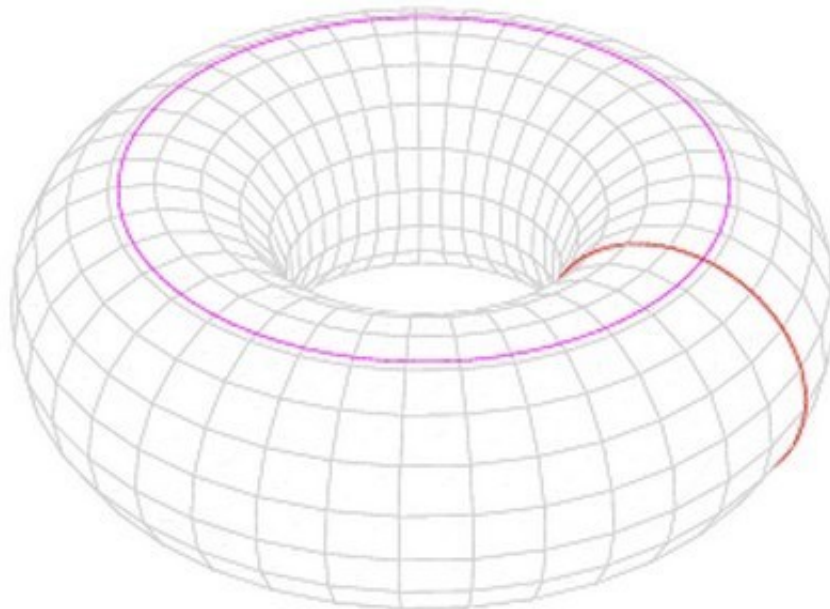


Однако Хопф занимался более общей задачей – построением отображения трехмерной сферической поверхности или 3-сферы, находящейся в 4-мерном пространстве, на более привычное нам 3-мерное евклидово пространство, которое принято именовать плоским и обозначать \mathbf{R}^3 .

В каком-то смысле эта задача аналогична задаче о том, как поверхность глобуса – или 2-сферы – отобразить на поверхность плоской карты. Понятно, что любая форма проекции неизбежно вносит в картину те или иные искажения. Хопф для этой цели применил известную в географии и геометрии стереографическую проекцию, которая при отображении сохраняет углы между прямыми (это называется конформное преобразование), а окружности переводит также в окружности или прямые (иначе, окружности бесконечного радиуса).

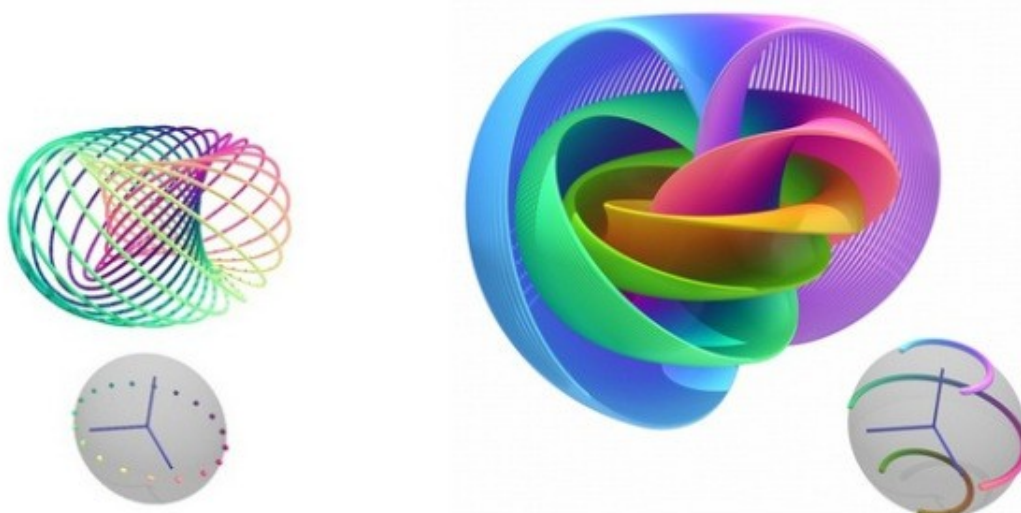


Если развивать ту же аналогию с глобусом, т. е. более привычной нам 2-сферой, то одна из важных особенностей отображения, изучавшегося Хопфом, заключается вот в чем. Когда точки 3-сферы, образующие поверхность в 4-мерном пространстве, находятся на таком глобусе строго по линии «широты», то при отображении в евклидово пространство \mathbf{R}^3 этой конфигурации соответствует фигура, именуемая тор вращения (и по форме соответствующая вихревому кольцу).



Толщина трубы такого тора изменяется в зависимости от места расположения широты между плоскостью и точкой проецирования. По мере смещения широты от точки проецирования, тор проходит через все промежуточные состояния между двумя предельными. В одном пределе, становясь все тоньше, он вырождается в окружность. В противоположном случае тор распухает до такого состояния, когда его «дырка» вырождается в прямую линию, перпендикулярную плоскости экватора.

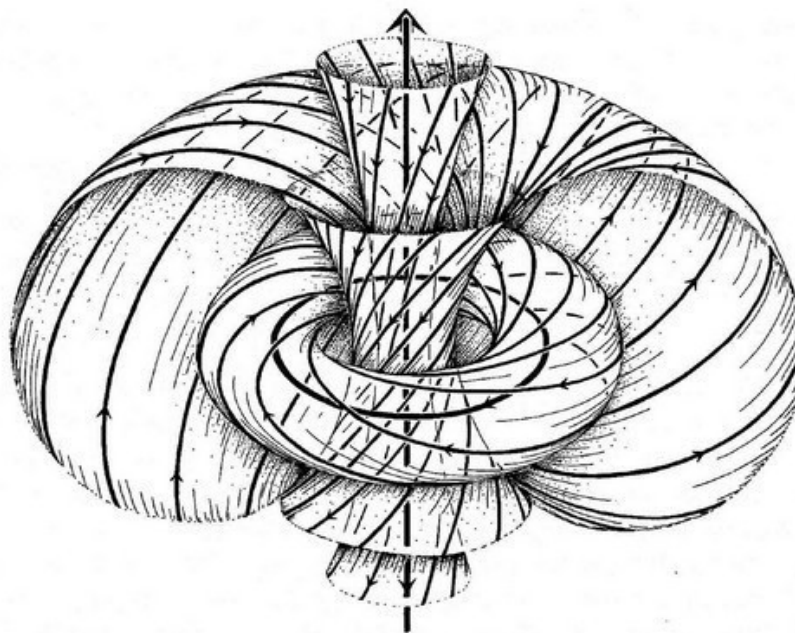
Иначе говоря, Хопф заполнил все пространство \mathbf{R}^3 вложенными друг в друга торами. Но самое главное, однако, тут вот что. Каждой точке глобуса, расположенной на линии широты, на поверхности тора соответствует линия окружности, захватывающая «дырку бублика» и по косою опоясывающая трубу. Подобно тому, как множество точек заполняет всю окружность широты, так и множество таких колец, зацепленных друг за друга, полностью покрывает поверхность соответствующего тора.



По причинам исторического порядка, такого рода окружности на торе именуются параллелями Клиффорда – по имени английского математика, который в XIX веке ввел эти объекты для изучения свойств искривленных пространств. Поэтому описываемую здесь конструкцию в целом иногда именуют расслоением Клиффорда-Хопфа. «Слоями» (стандартный перевод термина Fiber выглядит довольно неудачно, потому что речь идет о замкнутых в кольцо нитях или «фибрах») здесь принято называть те самые зацепленные окружности, которые образуют поверхности торов, а значит – заполняют собою весь объем пространства.

Эта исходная конструкция положила начало чрезвычайно плодотворному направлению топологических исследований, изучающих расслоения пространств самых разных конфигураций и размерностей. Но что характерно, на протяжении довольно долгого времени все подобные изыскания относились к области сугубо абстрактной чистой математики.

К концу 1970-х годов, однако, физикам стало ясно, что расслоение Хопфа играет фундаментально важную роль в калибровочных подходах к квантовой теории поля. Кроме того, фактически в качестве ядра всей модели, расслоение Хопфа выступило в теории твисторов Роджера Пенроуза, а позднее и в ряде других подходов к теории квантовой гравитации.



На сегодняшний день перечень всевозможных физических приложений для этой конструкции оказывается очень длинным – от магнитных монополей до поляризации поперечных волн и механики твердого тела, от геометрических свойств квантовой сцепленности и устройства кубитов в квантовом компьютере до релятивистского искажения небесной сферы.¹²²

Формулируя то же самое чуть иначе, можно констатировать, что в структуре геометрического объекта под названием расслоение Хопфа ныне просматривается единая фундаментальная основа для ряда важнейших на сегодня идей физиков относительно устройства реальности. В частности, для фрактально-голографической модели – где любой, даже самый мелкий фрагмент воспроизводит собой целое. Для модели мультиверса – как множества одновременно сосуществующих параллельных миров. Для вселенной как квантового компьютера. И для такой физической системы, наконец, которая органично и неразрывно сочетает в себе материю и сознание.

Короче говоря, имеются серьезные основания рассматривать расслоение Хопфа как общую структуру, объединяющую в себе все те направления математической физики, которые начинали было развивать – но явно не сделали того, что могли – Хью Эверетт, Клод Шеннон и, конечно же, Вольфганг Паули, мечтавший о возвращении в науку «души материи».

(53)

Дабы плавно и естественно подойти к картине того, каким образом память или душа материи вообще и коллективное сознание человечества в частности, могут быть встроены в расслоение Клиффорда-Хопфа, для начала полезно обратить внимание на «мистический» компонент всей этой истории.

Как уже говорилось, согласно документальным свидетельствам, открытие Хайнца Хопфа приходится на 1931 год. Именно в этот год Хопф переехал в город Цюрих, где в местной высшей технической школе ЕТН принял математическую кафедру, которую до него возглавлял Герман Вейль (один из великих математиков XX века, среди прочего первым выдвинувший идею калибровочных взаимодействий в качестве базового принципа для единого описания всех сил в природе).

Кафедру физики цюрихского ЕТН в ту пору уже возглавлял Вольфганг Паули. А в тот же 1931 год произошло его знаменательное знакомство с известным психиатром, отцом аналитической психологии Карлом Густавом Юнгом, что положило начало их дружбе и сотрудничеству на всю остальную жизнь.

Третьим же примечательным событием 1931 года была публикация Полем Дираком, одним из основоположников квантовой теории, очередной статьи под названием «Квантовые сингулярности в электромагнитном поле»¹²³. Эта статья занимает в творчестве Дирака особое место по той причине, что в ней ему удалось с помощью весьма изящной математики дать возможное объяснение для одной из фундаментальных загадок физики – квантования электрического заряда.

В качестве элегантного решения этой проблемы выступила предположенная Дираком гипотетическая частица под названием «магнитный монополю», впоследствии более известная как монополю Дирака. Суть гипотезы заключалась в том, что если бы удалось отыскать частицу, имеющую не два магнитных полюса, а только один, то факт наличия у частиц минимального электрического заряда, меньше которого не бывает и которому кратны все остальные, получил бы простое и естественное объяснение.

Логика и математика этой аргументации выдающегося теоретика выглядели красиво и убедительно, поэтому «отлов» магнитного монополя Дирака на многие десятилетия стал одной из важных целей экспериментальной физики. Но несмотря на все напряженные усилия исследователей, увы, обнаружить этот объект в природе не удается вплоть до нынешних дней...

Для всякого человека, чуждого мистическому мировосприятию, в трех перечисленных и явно независимых друг от друга событиях 1931 года не просматривается абсолютно никаких взаимосвязей. Ученые только и делают, что пишут статьи (работа у них такая), люди постоянно переезжают с места на место в поисках лучшей доли, а приехав на новое место, непременно с кем-то знакомятся... Короче говоря, что тут вообще может быть примечательного и неслучайного?

Для того, чтобы научиться-таки видеть скрытый смысл и взаимосвязи во внешне разрозненных событиях, полезно вспомнить о концепции Юнга, названной им

«синхроничность»¹²⁴. Такого рода синхроничности, по мнению Юнга, выступают в качестве своеобразных узлов, которые на некоторых иных уровнях сознания связывают вроде бы независимые события и структурируют собою общую ткань реальности.

Конкретно в условиях рассматриваемого здесь примера пора отметить, что на сегодня, согласно результатам теоретической физики, все так же неуловимый, но при этом ставший еще более желанным объект под названием «магнитный монополю» – в образе топологического дефекта-вихря – как бы сфокусировал в себе важнейшие открытия и по сию пору нерешенные загадки на границе физики и топологии.

В математике монополей (Дирака) обнаруживаются, в частности, эффекты спонтанного нарушения симметрии и механизм Хиггса, нетривиальные расслоения (Хопфа) и особые решения калибровочных уравнений Янга-Миллса. Ну а также, если присмотреться, и чрезвычайно взволновавшие в свое время Вольфганга Паули идеи о «раздвоении и уменьшении симметрии», открывшие ему новый взгляд на природу и на неразрывную связь материи с сознанием.

Дополнительным штрихом к картине, показывающей, насколько тесно переплетены все эти вещи, может служить и не так давно обнародованная история о том, что Вольфганг Паули первым вывел формулы, которые ныне известны под названием калибровочных уравнений Янга-Миллса¹²⁵. Но только Паули, знаменитый своей научной щепетильностью, не стал публиковать эту работу, поскольку видел в ней серьезнейшие противоречия с уже известными физикам фактами.

Что же касается Янга Чженьнина и Роберта Миллса, то они в ту пору (1954) были еще «молодыми теоретиками, имеющими право на глупость», по известному выражению П. Эренфеста¹²⁶. Несмотря на откровенное недовольство Вольфганга Паули, выраженное им авторам лично на одном из предварительных обсуждений, Янг и Миллс обнародовали-таки свою – очевидно сырую и недоработанную – теорию. Чем положили начало чрезвычайно плодотворному и далеко еще не исчерпанному поныне направлению современной физики.

Для того, что понять, насколько тесно эта теория связана с геометрией и топологией расслоенных пространств, понадобилось еще свыше 20 лет. У историков науки имеются непосредственные воспоминания на этот счет от Янга Чженьнина, озвученные им на одной из юбилейных конференций.

В те годы, когда теория калибровочных полей только зарождалась, Янг и Миллс были озабочены исключительно уравнениями, а об их геометрическом истолковании они даже не задумывались. Лишь два десятка лет спустя Янг всерьез заинтересовался топологической интерпретацией их теории и пригласил в университет, где тогда работал, видного специалиста-математика Джима Саймонса – чтобы тот прочел для физиков-теоретиков серию лекций о расслоенных пространствах.

Узнав и постигнув массу нового, физики были «вне себя от счастья», по выражению Янга, когда поняли, что нетривиальные расслоения в топологии – это именно то понятие, которое позволяет им избавиться от известных трудностей в теории монополей Дирака. Особо же физиков поразило, что «их» калибровочные поля в действительности давно известны математикам – под названием «связности на расслоенных пространствах». Но только математики изучали эти вещи чисто абстрактно, без всяких идей об устройстве физической реальности.

Обсуждая как-то раз это удивительное открытие с Чжэнем Шэншэнем (в англоязычной транскрипции более известным как Chern, т. е. Черн), выдающимся топологом XX века, Янг спросил его: «Совершенно непонятно и загадочно, как вы, математики, смогли придумать все это на пустом месте»? На что Чжэнь-Черн немедленно возразил физику так: «Нет-нет, эта концепция отнюдь не выдуманна – она естественна и реальна»...¹²⁷

124 [17]

125]ЕС[

126 [67]

127]УС[

(54)

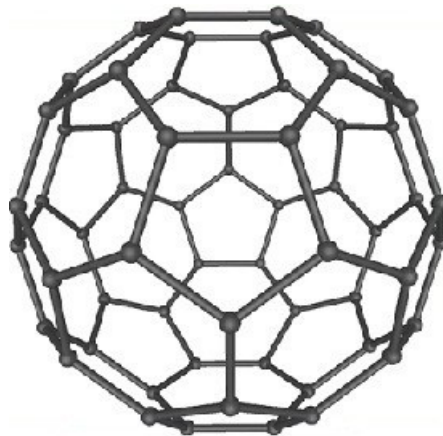
Оперевшись на авторитетное свидетельство математиков – о «естественности и реальности» расслоенных пространств – самое время перейти к идеям о том, как эта универсальная конструкция соотносится с формой вселенной.

Для начала полезно рассмотреть, каким образом в структуре пространства одновременно присутствуют столь разные, казалось бы, конфигурации, как тор и сфера. Наглядно увидеть это, ясное дело, для человека гораздо проще на примере 2-мерных поверхностей в 3-мерном пространстве.

С помощью математических программ и компьютерной графики, в частности, специалистами показано, каким образом 2-мерный тор путем гладких топологических преобразований (именуемых гомотопными) превращается через сжатия, перетяжки и растяжения в двухслойную риманову сферу.¹²⁸



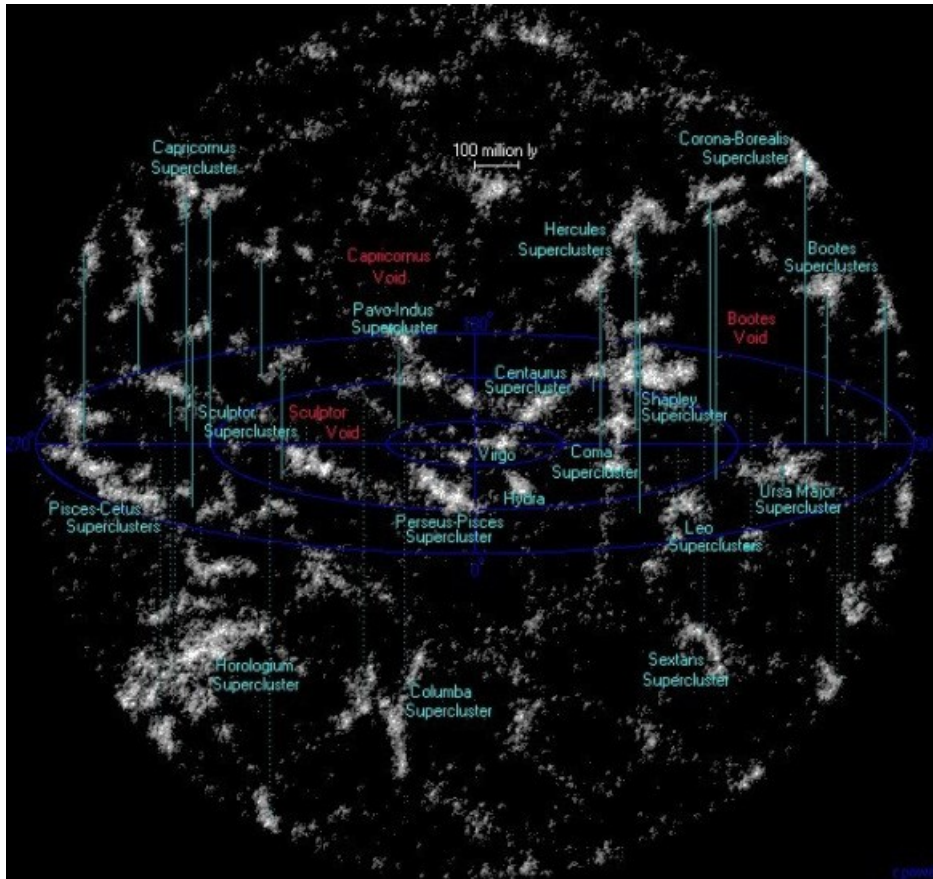
Сетка ячеек, нанесенная на поверхность тора и дважды воспроизводящая общеизвестную конфигурацию футбольного мяча, присутствует тут, конечно же, не случайно. Во-первых, она позволяет более наглядно увидеть процесс деформации, демонстрирующий топологическую эквивалентность двух разных структур.



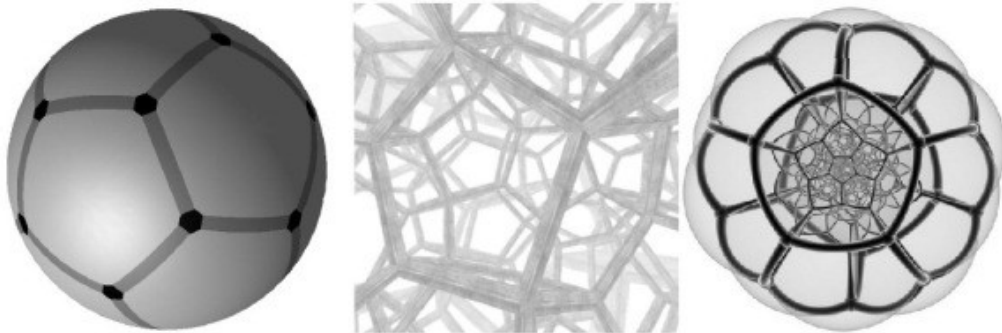
Во-вторых, как показывают молекулы фуллеренов в природе, такая конфигурация является оптимальной с точки зрения минимизации энергии на сферической поверхности. Ну и в третьих, самое главное, у науки на сегодняшний день имеется уже немало свидетельств тому, что именно такая конфигурация лежит в основе структуры вселенной – как сети ячеек, образованных суперкластерами галактик.¹²⁹

128]ТМ[

129 [[6D](#)]



Формулируя более аккуратно, следует говорить, что имеющиеся у науки данные наблюдений позволяют предполагать для космоса такую форму, которая именуется додекаэдрическим пространством Пуанкаре. Упрощенной моделью такой конфигурации является мяч, сшитый из 12 кусков в форме правильных пятиугольников. Или, иначе, раздутый до сферы правильный многогранник-додекаэдр.¹³⁰

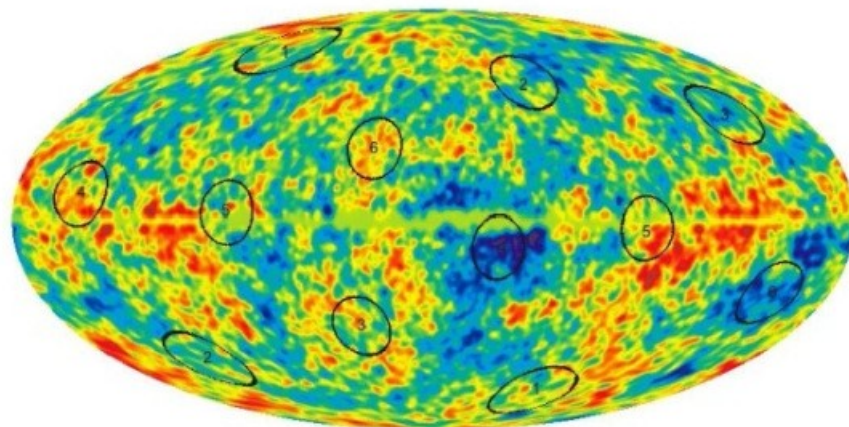


Отчетливые признаки именно такой формы космоса обнаружила группа Ж.-П. Люмине в картах космического фонового излучения от спутника WMAP¹³¹. А польские исследователи из Торуньского университета выявили на той же карте 6 пар совпадающих кругов, еще более определенно указывающих на признаки замкнутого пространства вселенной в форме додекаэдра.¹³²

130 [60]

131 [62]

132 [63]

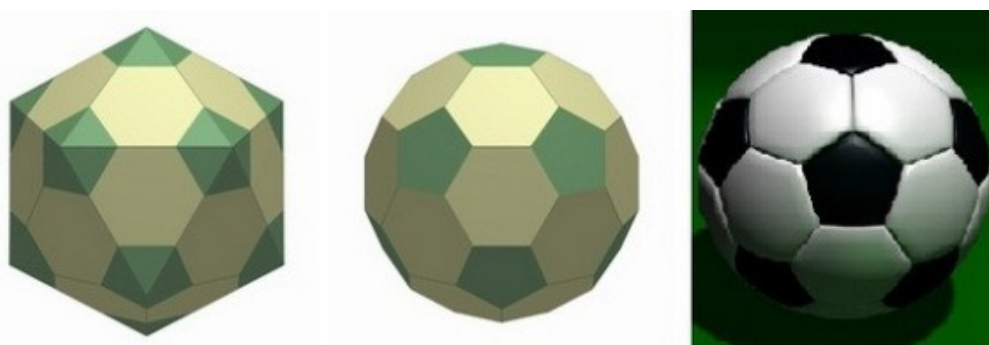


Дабы стало понятнее, что это важное (но почему-то замалчиваемое) открытие науки XXI века никак не противоречит «классической» форме футбольного мяча из 12 пятиугольников и 20 шестиугольников, достаточно уточнить, что и в 32-ячеистом варианте имеются те же самые 6 пар «кругов», что и у додекаэдра. А также вспомнить о двухсторонней топологии сферы космоса и о физике образования конвективных ячеек в сверхтекучих жидкостях.¹³³

Всепроникающее «поле Хиггса», согласно современным научным представлениям, по свойствам можно уподобить сверхтекучей жидкости. А важнейшая особенность таких супержидкостей, как известно, это самопроизвольное формирование дискретных вихревых ячеек при вращении среды.

И если с одной стороны сферы образовались 12 ячеек додекаэдрической структуры, то с другой стороны – где 20 вершин многогранника становятся центрами вихревой конвекции – естественным образом формируется икосаэдр из 20 ячеек. То есть правильный многогранник, являющийся дуальным партнером додекаэдра.

Ну а в конечном итоге, когда вся эта конфигурация стабилизируется к состоянию с минимальной энергией, на каждой из сторон сферы – внутри и снаружи – оказываются одинаковые сетки из 32 ячеек футбольного мяча, сдвинутые относительно друг друга конвективными процессами. Эти вихревые процессы как бы «срезали» энергозатратные вершины у додекаэдра и икосаэдра, наложив со сдвигом обе структуры друг на друга и в итоге породив симметричную, энергетически оптимальную конструкцию...



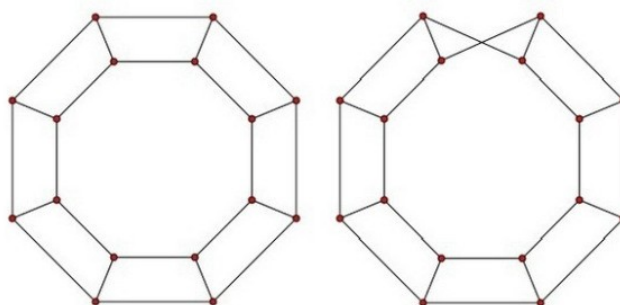
Если ключевая роль (топологических) вихревых эффектов в картине формирования ячеистой структуры космоса стала более-менее понятна, то самое время напомнить вот что. Все приводимые здесь рассуждения – это, конечно же, никакие не доказательства и, тем более, не истина в последней инстанции.

Можно считать, что все это представляет собой попытку продемонстрировать – с помощью наглядных картинок и упрощенных идей – одну действительно важную вещь. То, что конструкция под названием расслоение Хопфа очень удачно подходит на роль универсального геометрического объекта или принципа, позволяющего сводить в единое и органичное целое множество разрозненных и плохо стыкующихся фактов, установленных наукой относительно окружающего нас мира.

(55)

Двигаясь далее в том же направлении, пора более тщательно присмотреться, почему расслоение Хопфа именуют «нетривиальным». И отметить, почему эта его особенность позволяет объяснить естественным образом такие загадочные факты, как леворукая киральность вселенной и три поколения частиц-фермионов.

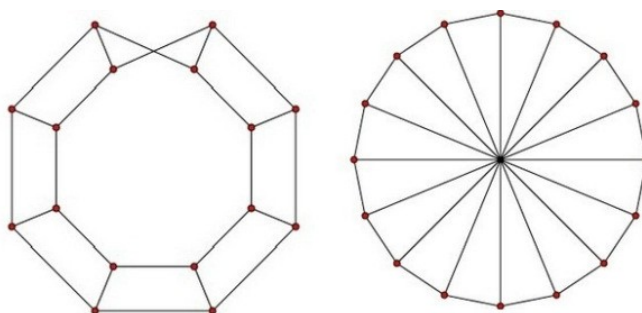
В качестве элементарного примера, демонстрирующего, что представляет собой тривиальное расслоение, обычно приводят форму цилиндра, который образован отрезками, отходящими от множества точек окружности. Поверхность такого цилиндра называют расслоением окружности, а образующие ее отрезки – слоями.



Тривиальное (слева) и нетривиальное расслоение

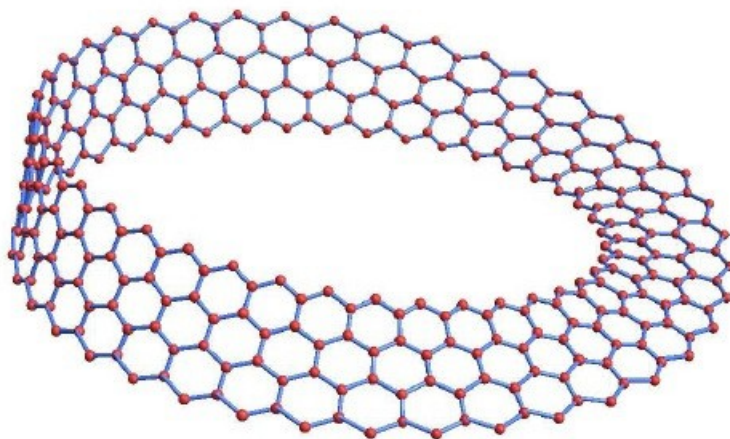
Соответственно, расслоение называется нетривиальным, если поверхность, сформированная слоями, оказывается не обычной, а односторонней. Простейшим примером такой поверхности – т. е. нетривиального расслоения – является лента Мебиуса.

Чтобы стало понятнее, каким образом в нетривиальном расслоении Хопфа, где слоями являются окружности, в качестве важной структуры присутствует лента Мебиуса, полезно привести две внешне разных фигуры, которые в действительности являются топологически эквивалентными. Одна в виде графа-лестницы отображает традиционную суть ленты Мебиуса как односторонней поверхности, а вторая, пользуясь резиновыми свойствами топологии, растягивает тот же граф в виде окружности, противоположные точки которой соединены отрезками-слоями.



Тот факт, насколько важным делом может быть нетривиальная топология ленты Мебиуса с точки зрения физики, не так давно в очередной раз красиво показала группа китайских исследователей из пекинского Института теоретической физики¹³⁴. В 2009 году они опубликовали теоретическую работу, посвященную электронным свойствам листа, изготовленного из нового материала графена и имеющего форму ленты Мебиуса.

В этом исследовании расчетами продемонстрировано, что графеновая лента Мебиуса ведет себя как «топологический изолятор с надежной металлической поверхностью»¹³⁵. То есть по краю ленты происходит движение электронов без потерь энергии, в то время как вся остальная часть (балк) ленты электрический ток не пропускает, демонстрируя свойства изолятора. Иначе говоря, сама топология формы порождает необычные свойства материала.



Спустя еще три года, в мае 2012, работа теоретиков из американского Института ядерной теории в Сиэтле показала, что если известные физические свойства топологического изолятора предположить для пространства-времени всей вселенной, то тогда удастся обнаружить и совершенно естественный топологический механизм, порождающий именно три поколения частиц-фермионов.¹³⁶

Если в двух словах пояснить суть открытия, которое сделали Дэвид Каплан и Сычун Сун, то их расчеты показывают, что наша вселенная имеет дополнительное, пятое измерение, которое в силу непреодолимых математических обстоятельств «запрещено» для частиц нашего мира – аналогично тому, как внутреннее пространство материалов, именуемых топологическими изоляторами, оказывается вне пределов досягаемости для электронов проводимости на их поверхности.

Рассматривая пространство-время как 4D-поверхность, ученые уподобили ее проводящей поверхности, ограничивающей балк «изолятора» более высокой размерности (5D). А затем, обоснованно предполагая определенную топологию такого 5D-пространства, состоящего из дискретных энергетических слоев, авторы показали, что здесь могут рождаться в точности три семейства частиц – привязанных к своим четырехмерным поверхностям...

Дабы эффектно дополнить ту же самую «слоеную» тему, можно еще раз вернуться к гладким гомотопным преобразованиям, демонстрирующим богатство структур, скрытых в обычном футбольном мяче. Американский исследователь Майкл Тротт, разносторонне изучавший эту конфигурацию с помощью научной компьютерной программы Mathematica, обнаружил вот еще какой факт.¹³⁷

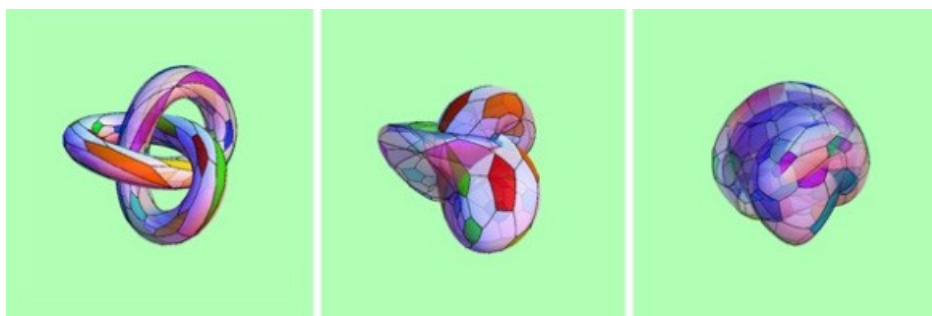
134]GG[

135]TI[

136]SK[

137]TM[

Одно из преобразований, демонстрируемых Троттом с помощью анимационных клипов, показывает процесс морфинга между уже известным нам двухслойным футбольным мячом и трилистным узлом – еще одной примечательной формой, богатой своими топологическими свойствами.



Наглядности ради, гладкий морфинг показан в противоположную сторону – как узел-трилистник преобразуется в футбольный мяч. Для того, чтобы такой трюк стал возможен, на тороидальную поверхность узла наносится прежняя сетка мощения многоугольниками – 2х32 клетки футбольного мяча – но только теперь не в одном, а в трех экземплярах-копиях, замкнутых в периодический узор.

После чего все три копии одновременно укладываются на два слоя римановой сферы, изображающей футбольный мяч. В итоге, на финальном графике, все три пары футбольных мячей совмещены в пространстве друг с другом.¹³⁸

Целый ряд обстоятельств делает эту иллюстрацию очень важной в контексте расслоения Хопфа. Во-первых, между топологией трилистного узла и лентой Мебиуса имеется самая непосредственная связь. Если лента Мебиуса перекручена не на один полуоборот, как обычно, а на три, и если эту фигуру разрезать по осевой линии, то получится односторонняя лента, завязанная в трилистный узел.

Во-вторых, узел-трилистник является классическим – как и лента Мебиуса – примером киральной фигуры, то есть при наложении не совпадает со своим зеркальным отображением. Соответственно, наличие гладкого гомотопного преобразование между тором-трилистником и двухслойной сферой показывает, что и в этой, казалось бы, шарообразной фигуре, не имеющей правых и левых предпочтений, на неких внутренних уровнях оказывается заложено свойство киральности.

Ну и, в-третьих, наконец, очень важен момент с тремя копиями двухслойного покрытия, которые на поверхности узла-трилистника расположены периодически друг за другом, а на римановой сфере укладываются в полностью совпадающие три пары. Такая картина означает, что если в геометрии вселенной имеется киральная топология узла-трилистника, то это эквивалентно ситуации, когда каждая из двух сторон мембраны-поверхности имеет трехслойную структуру. Или, иначе, естественным образом обретает дополнительное измерение и три поколения частиц...¹³⁹

(56)

Внимательные читатели, быть может, уже обратили внимание, что важные научные открытия, указывающие на скрытые особенности в устройстве вселенной, сделаны с опорой на необычные молекулярные конструкции, в основе которых лежит атом углерода: графен и фуллерены.

138 [6E]

139 [6F]

Принимая во внимание, что атомному весу – то есть числу нуклонов в ядре – углерода соответствует число 12 (число граней додекаэдра), и то, что именно углерод лежит в основе всех известных нам форм биологической жизни, трудно делать вид, что все эти совпадения – обыкновенная случайность.

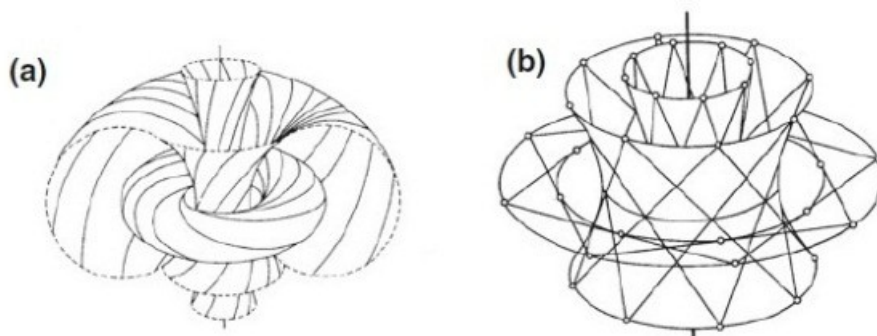
Куда более вероятно, что и в данном случае мы имеем дело с очередными проявлениями всеобщего «голографического принципа» – когда даже самый мельчайший фрагмент конструкции воспроизводит собою ключевые особенности целого... Соответственно, сосредоточившись теперь на этой идее, самое время рассмотреть, какие взаимосвязи наблюдаются между голографией и расслоением Хопфа.

Можно напомнить, что в теоретической физике под термином «голографический принцип», строго говоря, принято понимать вовсе не соотношение между целой картиной и ее частями, а нечто существенно иное. Типа того, что разные наборы уравнений, описывающие поведение отличающихся систем различной размерности, в действительности могут описывать одну и ту же физику. Примерно так же, как плоская (2D) пластина голограммы содержит в себе всю информацию для воссоздания объемного трехмерного изображения (3D).

Среди главных достижений голографического подхода в современной теоретической физике чаще всего упоминают так называемое AdS/CFT-соответствие, демонстрирующее одну и ту же физику у двух совершенно разных систем. Одна из них – пятимерное пространство-время анти-де Ситтера (AdS), имеющее гиперболическую геометрию отрицательной кривизны. Вторая же система – сферическое 4-мерное пространство, выступающее в качестве границы AdS и описываемое конформной теорией поля (CFT), в целом похожей на физику нашего мира.

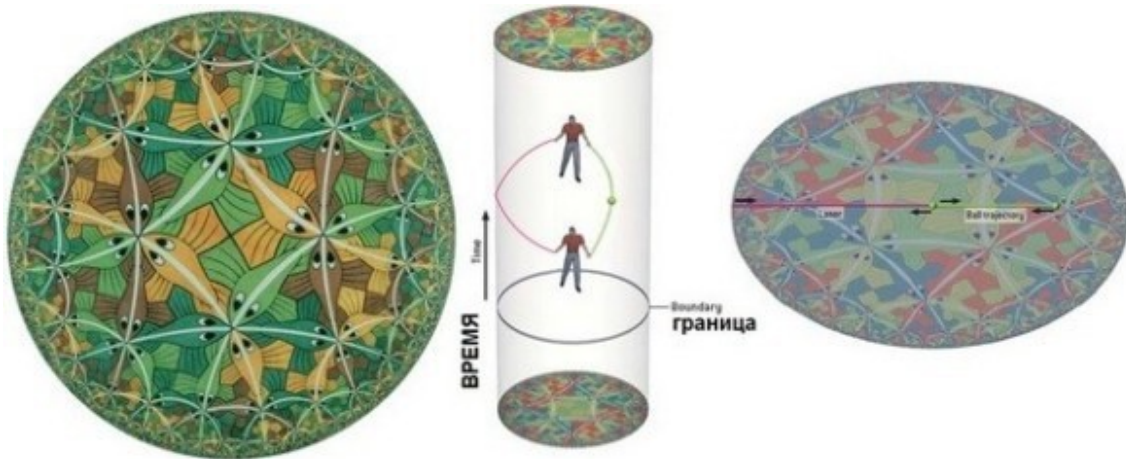
Для того, чтобы непосредственная связь между AdS/CFT и расслоением Хопфа стала более ясной и наглядной, полезно привести два различных, но эквивалентных подхода к заполнению объема искривленными поверхностями.

Один из этих способов, (a), уже нам знаком и представляет собой параллели Клиффорда в виде окружностей, формирующих торы. Вторым же способом, (b), является линейризацией первого, так что параллели Клиффорда действительно становятся отрезками прямых, но при этом образуют искривленную «линейчатую поверхность» или гиперboloид вращения отрицательной кривизны. Границей такой поверхности является окружность или 1-сфера.



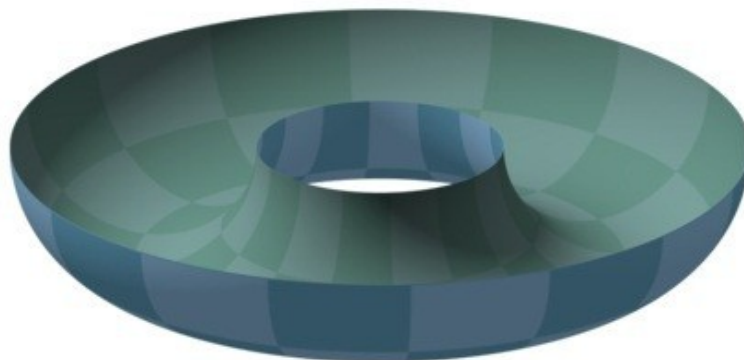
Опираясь на эти картинки, взаимосвязи с AdS/CFT показать уже проще. Потому что внешнюю часть тора с положительной кривизной можно уподобить миру сферической системы-границы CFT (здесь размерность 2D). А внутреннее пространство «дыры», ограниченное гиперboloидом отрицательной кривизны, рассматривать как мир AdS (размерности, соответственно, 3D).

При таком подходе к моделированию, пространство-время AdS выглядит как стопка плоских (2D) кругов, каждый из которых имеет гиперболическую геометрию пространства, а все они уложены друг на друга по вертикальной оси времени (образуя 3D).

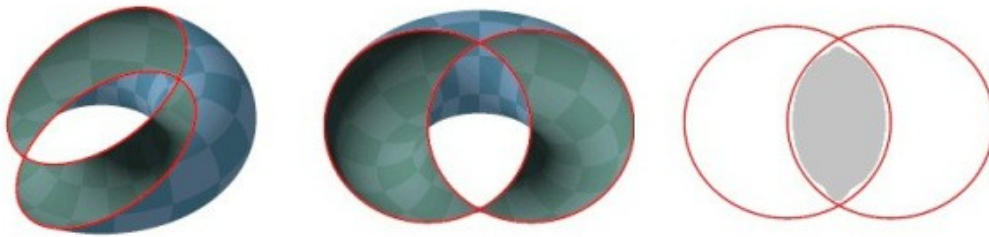


Слева: Проекция гиперболического пространства на плоскость. Каждая рыбка на самом деле имеет один и тот же размер, а окружность границы находится бесконечно далеко от центра диска. Сжатие размеров рыбок сделано для того, чтобы уместить бесконечное пространство в круге конечного размера. Это визуальный эффект сильного искривления пространства. Центр и справа: Физика в таком пространстве-времени ("стопке дисков") довольно специфична. Что мяч, что луч света, пущенные из центра диска, возвращаются обратно за одно и то же время (с тем отличием, что свет успевает достичь края пространства). Подробности см. в популярно изложенной статье Хуана Малдасены¹⁴⁰.

Если сделать поперечный срез тора в любой момент времени, то всякому кругу в мире AdS соответствует окружность-широта на внешней оболочке – снимок «нашего» мира CFT. Мира размерности 1D, который по той же оси времени движется из прошлого (низ тора) в будущее (верх тора).



Поскольку «мир AdS» геометрически находится в «дыре» тора, а всякая окружность в расслоении Хопфа, образующая поверхность тора, непременно содержит внутри себя и эту «дыру», то для точечных обитателей «мира CFT», живущих на широте, просматривается интересная возможность. Если косую окружность слоя Хопфа считать их «памятью», т. е. основой сознания, то пространство внутри этого круга, приходящееся на «дырку» тора, можно считать 2-мерной «голограммой сознания». Причем, благодаря геометрическим особенностям косого сечения, эта голограмма позволяет обитателям «мира CFT» путешествовать внутри своего сознания как в пространстве, так и во времени.



Как всем известно, примерно так же – «силой мысли» – люди нашего мира способны путешествовать через пространство-время в своих мечтах, сновидениях и в воспоминаниях «околосмертного опыта», связанного с пребыванием в тонком мире духов и душ умерших. Иначе говоря, имеются основания для того, чтобы это пространство – по геометрическим причинам неразрывно связанное с нашим – именовать пространством тонкого мира.

Немаловажным моментом в выкладках AdS/CFT является то, что CFT-физика на границе-оболочке хотя и похожа в общих чертах на физику нашего мира, однако не имеет гравитации. А вот физика 5-мерного AdS, напротив, хотя этот мир в остальном совершенно не похож на наш, включает в себя гравитацию естественным образом.

Чтобы стало понятнее, как преодолевается это очевидное, на первый взгляд, несоответствие с физикой реального мира, полезно еще раз вспомнить о 2-бранной модели Рэндалл-Сундрума, требующей 5 измерений (см. ТЗО_4.4). И о том, что загадочный мир «гравитобранны» в их модели куда более естественно можно объяснить через мир мембраны как замкнутой односторонней поверхности типа ленты Мебиуса. Где вторая половина всех частиц нашего мира сконцентрирована в звездах. Или, иначе говоря, в таких областях пространства, геометрия которых сильнее всего деформирована эффектами гравитации.

Тут же уместно напомнить и добавить в эту картину такой немаловажный нюанс. Из-за постоянных перескоков частиц нашего мира с одной стороны мембраны на другую мы – как наблюдатели – все время оказываемся то «внутри», то «снаружи» поверхности сферы. В таких условиях естественным усреднением всех наших наблюдений относительно кривизны пространства оказывается то, что геометрия вселенной повсюду представляется плоской – словно лист бумаги на столе...

Наконец, еще одним примечательным следствием данной конструкции, как было показано ранее (см. ТЗО_4.3), является эффект переворота топологического заряда при каждом перескоке частицы с одной стороны мембраны на другую. Если рассмотреть этот процесс в терминах магнитного монополя Дирака, то несложно, наверное, увидеть, что именно здесь и заключается геометрический ответ на загадочную неуловимость в природе столь желанного для теоретиков объекта.

В каком-то смысле, поиски монополя Дирака – это примерно то же самое, что попытка увидеть целиком частицу, которая с одной стороны мембраны является протоном, а с другой электроном.

(57)

Обнаруженная Хайнцем Хопфом геометрическая структура, как было показано, позволяет в корне иначе смотреть на то изобилие загадок и нерешенных проблем, что характерны для современной физики. Но попутно продемонстрировано и то, что можно называть «парадоксом Хопфа».

С одной стороны, важность расслоения Хопфа для великого множества прикладных физических задач – это ныне вещь уже бесспорная и не нуждающаяся в доказательствах. С другой же стороны, однако, ситуация выглядит так, будто ученые все никак не решатся начать применение этого мощного инструментария в соответствии с его полным потенциалом.

Происходит же это, скорее всего, по той причине, что тогда (разом или постепенно, но) с неизбежностью рухнет слишком много общепринятых догм... Доказать подобное утверждение документами вряд ли кому по силам, но вот наглядно проиллюстрировать идею еще одним историческим примером – можно вполне.

В 1949 году знаменитый «чистый» математик Курт Гёдель опубликовал чуть ли не единственную свою статью¹⁴¹, посвященную физике – как своеобразный подарок к 70-летию старшего друга, Альберта Эйнштейна. (Подобно дуэту Паули-Хопф, эта пара приятелей тоже очень любила совместные пешие прогулки-беседы в окрестных лесах – но только не Цолликона, а Принстона.) В своей «подарочной» статье Гёдель нашел точное и на редкость элегантно решение для ОТО или эйнштейновой системы уравнений общей теории относительности.

Иначе говоря, теоретик получил красивое математическое описание для вселенной, которая, если верить уравнениям, имеет полное право быть тем миром, в котором мы все живем. Природа, как давно уже известно ученым, устроена так, что наиболее красивые решения уравнений обычно оказываются и наиболее правильными. Однако конкретно для этого решения, получившего название «метрика Геделя», пришлось сделать категорическое исключение. Просто «потому, что реальный мир так устроен быть не может»...¹⁴²

Вселенная Геделя неизменна в размере (стационарна) – а наука точно знает, что она расширяется. Вселенная Геделя вращается – а в науке не то чтобы установлено, но во всех доминирующих теориях принято считать, что вращения нет. Наконец – самое неприемлемое – решение Геделя допускает замкнутые траектории или петли по координате времени, а такие «путешествия» нарушают все научные представления о фундаментальной важности причинно-следственных связей для непротиворечивого устройства вселенной.

Вряд ли здесь уместно обсуждать эту историю в подробностях, но вполне к месту будет показать – на примере одного из торов в расслоении Хопфа – что конструкция Геделя все-таки реально описывает «наш» мир. Но только в более широком контексте – с учетом AdS. А все возражения против метрики Геделя, соответственно, оказываются выстроенными на противоречиях, которых в действительности нет.

То есть более широкий контекст вводится с помощью той же модели, которая иллюстрировала суть AdS/CFT. Тогда рассматриваемый там тор в 3D-пространстве – это модель стационарной 5D-вселенной. Вертикальная ось – как и прежде, ось времени. А внешняя горизонтальная окружность в сечении тора, соответственно, – это одномерная модель для 3D-пространства нашего мира в любой конкретный момент его эволюции во времени.

Из этой иллюстрации вполне понятно, что трехмерное пространство вселенной сначала расширяется до максимального диаметра, а затем начинает сужаться обратно. По той же, фактически, схеме, как ведут себя все квантовые частицы материи с их осцилляциями амплитуды. Более того, аналогично вращающимся частицам, вращается и вселенная – что иллюстрируется косыми окружностями расслоения, которые здесь обозначают траектории (мировые линии) частиц в пространстве-времени.

Наконец, то, что все такие линии-слои представляют собой окружности – это и есть наглядная иллюстрация «самой возмутительной» особенности в метрике Геделя: замкнутость траектории по координате времени. Или, формулируя чуть иначе, наглядная иллюстрация для бесконечного повторения циклов в истории эволюции вселенной.

141]GK[

142 [64]

Конечно же, данная иллюстрация абсолютно ничего не доказывает. От картинок, собственно, это никогда и не требуется. Достаточно уже того, что они предоставляют наглядные и упрощенные образы для понимания сути предмета. Что же касается более строгих математических и экспериментальных аргументов, то при наличии желания и их можно отыскать в достатке.

В истории астрофизических наблюдений известно немало свидетельств тому, что вселенная постоянно пребывает во вращении. Более того, содержимое наблюдаемых данных (асимметрия в поляризации излучения от внегалактических источников, случайное распределение низкочастотных мод на карте фонового микроволнового излучения и т.д.) отчетливо свидетельствует, что пространство вселенной имеет форму тора или вихревого кольца.¹⁴³

Другое дело, что все эти факты и свидетельства в мейнстрим-космологии принято как бы не замечать, коль скоро они не соответствуют доминирующей теоретической модели на основе «большого взрыва» и инфляционного расширения.

Но при этом, однако, степень неопределенности в нынешней теоретической физике такова, что за последнее десятилетие идея «циклической вселенной» хотя и постепенно, но отчетливо набирает все больше и больше сторонников. Нельзя, правда, сказать, чтобы идея эта была особо новой. Еще на заре рождения теории «большого взрыва» концепцию квазистационарной – то есть циклически расширяющейся и сжимающейся – вселенной активно отстаивал известный астрофизик Фред Хойл.

Теперь же ее заметно возрождают в новом обличье такие уважаемые в науке люди как Пол Стейнхардт, Нил Тьюрок, или, скажем, Роджер Пенроуз. Пытаясь преодолеть ограничения уравнений ОТО, которые для предельных условий сводят пространство-время в «точки сингулярности», о которых физика по сию пору ничего содержательного сказать не может, Стейнхардт и Тьюрок создали циклическую модель «эмпирической вселенной». Согласно этой концепции, два мира-мембраны периодически сходятся и расходятся, циклически то порождая, то разрушая вселенную, и при этом не утыкаются ни в какие сингулярности.¹⁴⁴

В модели Роджера Пенроуза – другой пример – идея циклических расширений-сжатий космоса обосновывается существенно иными соображениями, с опорой на второй закон термодинамики и для преодоления известных нестыковок в стандартной космологии, касающихся энтропии вселенной.¹⁴⁵

В работах упомянутых известных теоретиков, среди прочего, можно обнаружить и вполне внятные математические объяснения тому, почему вселенная даже при переходе к циклическому сжатию для наблюдателей будет представляться ускоренно расширяющейся. (Одно из геометрических объяснений носит название «наведенная метрика» и напрямую связано с хорошо известными в проективной геометрии свойствами конических сечений – когда поверхность с метрикой сферы в проекции выглядит как парабола с расходящимися в бесконечность ветвями.)

Но это все, впрочем, уже не самые существенные технические нюансы геометрического характера. Куда важнее выглядят общие выводы, которые следуют из всей этой картины относительно неразрывного единства материи и сознания.

143 [64]

144]ST[

145]RP[

7_ЕДИНСТВО



(58)

Самой важной – и парадоксальной – особенностью всей представленной здесь картины является то, что ничего нового, по большому счету, в ней нет...

То есть весьма нетривиальная физика и математика конструкции, конечно же, отражают самые передовые достижения современной науки, однако собственно суть предмета известна человечеству давным-давно. Фактически, с тех самых пор, как люди начали задумываться об устройстве вселенной и о своем месте в природе, они разными словами и образами пытались выразить именно ЭТО.

Можно показать, что фрагменты такого – глубинного и часто непрявленного – знания разбросаны и обнаруживаются в нашей культуре повсюду. В лингвистических конструкциях речи, в мифах и сказках народов планеты, в снах и видениях знаменитых людей, в шедеврах литературы и философии, в традиционной математической символике, наконец.

Например, чуть ли не со средневековья в математике для обозначения понятия «**бесконечность**» принято использовать символ положенной горизонтально «**восьмерки**». Не очень сложно, наверное, увидеть здесь прямое указание на то, что факт замкнутости пространства и/или времени, представляющихся бесконечными, на подсознательном уровне был известен ученым всегда...

Аналогично, если прислушаться к языку, то в выражениях типа «высокие порывы» и «низменные помыслы» можно, при желании, ухватить суть глубоко укорененных в человеке представлений о «вертикальной многоэтажной» конструкции нашего эволюционирующего сознания.

Ну а в случае применения такой устоявшейся лингвоконструкции, как «всеми фибрами души», крайне сложно отрицать факт общей осведомленности говорящих о том, что душа их сформирована некоторого рода фибрами, то есть нитями.

Если же в данном направлении провести чуть более глубокие изыскания, то без труда можно обнаружить массу дополнительных фактов и свидетельств о наших внутренних скрытых познаниях. Например, о многократно упоминаемой в старинных текстах «тонкой серебряной нити», которая связывает душу и тело.

А в еще более древних мифологических источниках не раз встречается непосредственное использование метафоры прядения и наматывания нити на веретено для символического изображения жизни человека.

В греческой мифологии, к примеру, человеческая жизнь находилась во власти трех мойр – богинь судьбы. Одна сестра, Клото, прядет нить жизни, другая, Лахесис, протягивает ее через превратности судьбы. Ну а третья сестра, Атропос, перерезает нить для окончания жизненного пути в этом мире.

Особо следует отметить в данной картине такие моменты. Во-первых, в представлениях древних греков, нити человеческих жизней были непосредственно вплетены в ткань космоса. А во-вторых, важный образ космической пряжи из наивных фольклорных сказаний перекочевал и в куда более высокую философскую традицию Эллады.

В частности, в тексте Платона «Государство» функционирование мироустройства разъясняется как результат действия космического веретена Ананке. В образе богини Ананке, можно напомнить, в греческой мифологии представляли Необходимость или Неизбежность.



Ананке была матерью трех мойр – вершительниц судеб человеческих. Сама же она, согласно Платону, управляет всей пряжей ткани космоса. Между колен Ананке вращается веретено, осью которого является ось мироздания. Ну а дочери-мойры – по мере сил и времени – помогают этому вселенскому вращению...

Исследователи мифологии свидетельствуют, что архетипический, характерный для множества разных народов, образ космической пряжи и прядения как правило связан с женщиной. (Гости в снах нашего постоянного героя, Вольфганга Паули, неоднократно подчеркивали важность «принципа вращения» и необходимость привнесения женского начала в физику.) При этом, что существенно, образ божественной девы-пряжи практически не отличим от девы-ткачихи.

Представления о сочетании двух действий – прядении и ткании – иногда трансформировались в космогонический образ Матери-паучихи, поскольку пауки и прядут нить, и создают ткань-паутину. Ну а в целом этот известный мифологический архетип принято обобщенно именовать «космическим ткачом» (почему-то мужского рода)...

При изучении мировоззрения древних людей и примитивных культур, для современных исследователей особый интерес представляют их космогонические мифы и космологические представления. Потому что в этих идеях описываются, как сейчас выражаются, «пространственно-временные параметры их вселенной», то есть собственно условия, в которых проходит существование людей.

Принципиально важный момент заключается в том, что для мифологического (изначального, не обремененного прочими наслоениями) человеческого сознания вся эта сфера космологического и космогонического оказывается чрезвычайно широкой и включает в себя почти все аспекты жизни.

Потому что для такого сознания характерно не просто тесно связывать, а скорее отождествлять природу и человека. В этой картине не только человек создан из базовых элементов мироздания, но и наоборот – вселенная зачастую происходит из тела «первочеловека».

Для примитивных людей с мифопоэтическим сознанием был бы, к примеру, очень близок и естественен голографический принцип современной науки, содержащий в себе идею самоподобия всех компонентов и единого целого. Потому что в их представлениях человек – будучи подобием вселенной – является одним из существенных элементов общей космологической схемы.

А основной внутренней смысл мифологии, содержащийся уже в древнейших, архаичных мифах творения – это переход вселенной от неорганизованного хаоса к упорядоченному космосу. Люди древности не знали, что эта идея плохо сочетается со вторым законом термодинамики, но верили, что мир устроен именно так.

Интересно, каким образом в мифологическом сознании физика вселенной неразрывно сопрягается с нравственностью. Космос, в представлениях древних, подчинен действию общего закона меры и справедливости, выравнивающего нарушения космической структуры. И этот же закон упорядочивания, находящийся в основах мифологической физики, одновременно лежит и в основе человеческой нравственности.

Давно установлено, что в качестве базового образа для состояния первичного «хаоса» в мифах чуть ли не всех народов планеты обычно выступает безвидная водная гладь. А из воды тем или иным способом со временем появляется все, что есть в мире. Что же касается символа для плодородия, изобилия и благоденствия, то во многих древних и архаических религиях в данном качестве выступает корова.

По этой причине – и в связи с подробно описанной ранее физикой «раздвоения и уменьшения симметрии» – будет к месту напомнить такой космогонический миф из эпохи Древнего Египта.

В этой версии истории о сотворении мира великий солнечный бог Ра поднялся из океана на Небесной Коровае, которая встала из воды и превратилась в небо Нут. В просторах же океана ее двойником была Метуэр, «великая корова в воде». Когда же на высоте у Небесной Коровы закружилась голова, Ра создал 8 божеств, все под общим именем **Хех**, которые по двое стали поддерживать ее четыре ноги, олицетворяющие 4 стороны света...

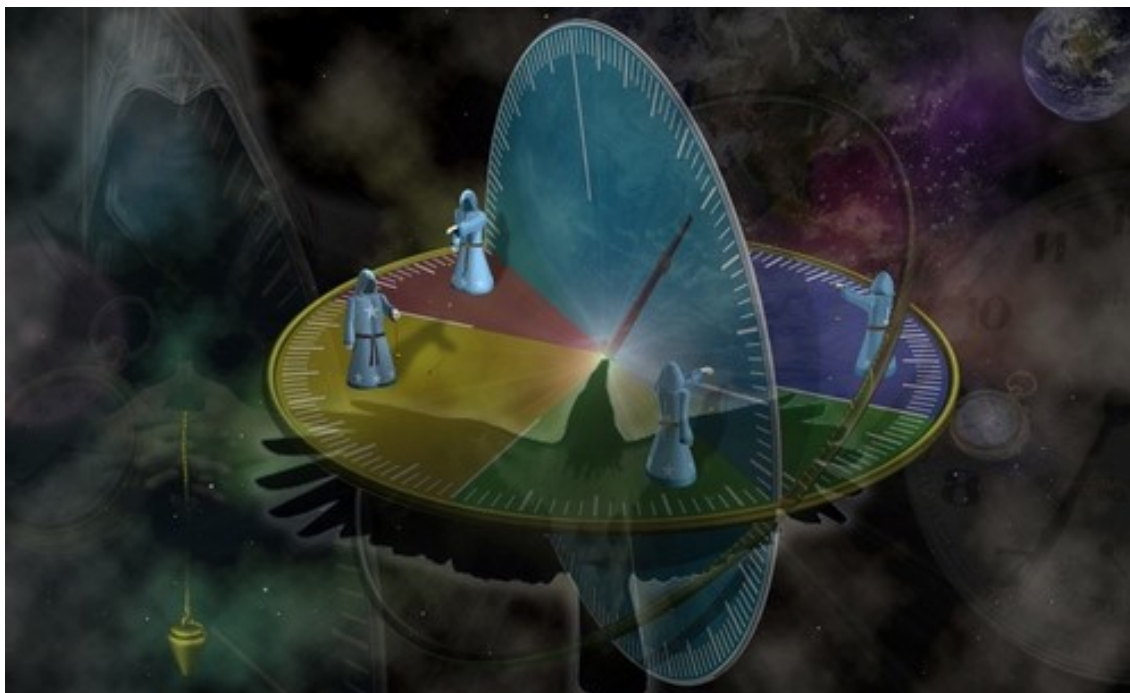
Исследователям египтологам хорошо известно, что в истории о Небесной Коровае явно перемешаны и модифицированы более древние мифы и боги народов из разных регионов (номов) Египта. Однако здесь это не суть важно.

Куда более существенными для физико-математической науки представляются обозначенные в мифе 12 опор мироздания (4+8), явно неслучайное совпадение этого числа с количеством секторов на циферблате часов, а также имя размноженного **восемь** раз божества **Хех**, что в переводе означает «**бесконечность**».

Почему и до какой степени это важно для современного научного мировоззрения – станет яснее по мере углубления в мифологические представления древних, религиозную философию Востока и откровения мистиков Запада.

(59)

Прежде всего, дабы наглядно проиллюстрировать, каким образом это вообще может происходить – когда люди обладают множеством таких познаний, которые сами они не в силах ни объяснить, ни постичь – достаточно вспомнить «Сон # 59», приснившийся выдающемуся физики Вольфгангу Паули.¹⁴⁶



Под номером 59, можно уточнить, это примечательное сновидение фигурирует в работах Карла Г. Юнга, пытавшегося – причем совершенно безуспешно – проанализировать и объяснить его с научных позиций аналитической психологии. Сам же Паули называл это «Великим видением о Часах мира», вызвавшим у него очень глубокое и длительное ощущение «самой возвышенной космической гармонии», по эффекту на психику сравнимое с религиозным просветлением.¹⁴⁷

146]JC[

147 [14]

То есть Паули совершенно определенно понимал, что из глубин собственного сознания получил через этот образ какую-то чрезвычайно важную информацию об устройстве мироздания. Ученый отлично и в подробностях запомнил картину, но при этом – при всех своих неоспоримых талантах в областях математики и физики – так и не смог постичь, что же конкретно данная картина означает.

Сжатый формат настоящей книги не очень подходит для полного и тщательного декодирования сразу всей конструкции «Часов мира», однако для разъяснения ключевых параметров устройства – два взаимно перпендикулярных циферблата по 32 сектора – места вполне достаточно. Но для того, чтобы результат расшифровки стал выглядеть как естественное и убедительное объяснение, понадобится вспомнить некоторые факты из истории часов.

Разбиение суточного цикла на 12 долей началось задолго до появления механических часов со стрелками и круглыми циферблатами. Число 12 – по неясным для науки причинам – астрономы глубокой древности в разных частях света почему-то выбрали для разбиения годичного цикла и членения небосвода зодиакальными созвездиями.

По этой же, похоже, причине в Древнем Египте, где для измерения времени использовали солнечные часы, светлое время суток разбили на 12 интервалов. Ну а позднее, когда появились часы и для ночного времени – на основе светильников или сосудов с водой – темную долю суток аналогично поделили на 12 частей.

Так что механические часы с 12-часовым циферблатом, появившиеся в Европе лишь в эпоху Возрождения, по сути дела, просто воспроизвели давно устоявшуюся схему на основе новой элементной базы.

У современной науки нет никаких достоверных свидетельств тому, что число 12 для астрономического разбиения небосвода было выбрано из-за 12 граней додекаэдра – правильного многогранника, заложенного, по представлениям древних мистиков, в основу конструкции мироздания.¹⁴⁸

Однако, именно на этот факт достаточно прозрачно указывает сохранившаяся и поныне древняя традиция, идущая еще от цивилизаций Шумера и Вавилона, согласно которой круг циферблата делится на 60 минут. Так что на каждый из 12 равных часовых секторов приходится по 5 секторов минутных. А это, как ни крути, в явном виде описание конструкции додекаэдра – двенадцать равных граней, каждая из которых имеет по 5 равных сторон.

Приняв во внимание все эти наблюдения, а также ставшую только теперь известной уточненную – более подробную – геометрическую конструкцию в основе мироздания, можно указать на такие очевидные соответствия.

Базовая форма сферического додекаэдра, как теперь установлено, имеет раздвоенную конструкцию из двух вложенных друг в друга сфер. Причем для второй сферы – из геометрических соображений дуальности – предполагается изначальная форма сферического икосаэдра, т. е. 20 одинаковых граней в форме равносторонних треугольников. В переложении для циферблата это тоже 60 минут (20x3), что интересно.

Следовательно, у часов мира циферблатов на самом деле два. Поскольку находясь на одной сфере, вторую сферу увидеть невозможно, в часах эта идея передается взаимно-перпендикулярными циферблатами, не имеющими практически никакой проекции друг на друга. (Или, иначе, в терминах волновой физики, колебания во взаимно перпендикулярных плоскостях не оказывают друг на друга почти никакого влияния.)

Далее, поскольку конструкция по определению единая и цельная, то некоторый взаимообмен энергией между сферами все же происходит. Так что в итоге – из-за конвективных процессов – энергетически более выгодной структурой оказываются не чистый додекаэдр и чистый икосаэдр, а комбинирующая их в себе форма футбольного

мяча – 12 пятиугольников и 20 шестиугольников. Итого две сферы, каждую из которых образуют по 32 правильных многоугольника.

Иначе говоря, в терминах «часов мира», это два циферблата по 32 деления. И что особо примечательно, своеобразное подтверждение для естественности этой неочевидной, прямо скажем, конструкции можно обнаружить в очень давней математической традиции – делить окружность несколько странным образом на 360 секторов-градусов.

Еще раз вспоминая «додекаэдрический» принцип деления на минуты в обычных часах ($12 \times 5 = 60$) и подсчитывая количество соответствующих «минутных» интервалов в часах мира, получаем такую арифметику. Двенадцать пятиугольников и двадцать шестиугольников, имеющие равные друг другу стороны, в совокупности дают 180 интервалов ($12 \times 5 + 20 \times 6$), а поскольку взаимно связанных циферблатов два, общее число интервалов, совокупно составляющих самый большой цикл часов, оказывается равным 360...

Несомненно важным представляется тот факт, что здесь мы имеем абсолютно точное совпадение с математической традицией, цифра в цифру. А не «примерное, округленное до десятков, количество дней в году», с помощью чего обычно пытаются объяснять странное и не ясное количество интервалов для членения окружности.

Не менее важной представляется также другая – пока никак не упоминавшаяся – особенность «часов мира», отсылающая к процессу общей эволюции космоса и человека. В сне Паули это передано как изменение цвета у внешнего кольца циферблата: «Окаймляет круг кольцо, прежде бывшее темным, а теперь золотое».

(60)

В рамках европейской философско-религиозной традиции появление идей об эволюции природы и человека, происходящих вместе с циклами развития вселенной, принято связывать с учением древнегреческого мыслителя Эмпедокла из Акраганта.

Поскольку жил Эмпедокл две с половиной тысячи лет назад, о точных датах его жизни и смерти документов не сохранилось. Однако вполне достоверно установлено, что это был V век до н.э. – то есть несколько позже Пифагора и чуть раньше Сократа.

Благодаря Сократу, как считается, произошел разворот древнегреческой философии, грубо говоря, от космологии и физики мироздания в сторону человека и его проблем, в первую очередь проблем этических. Соответственно, мыслитель-«досократик» Эмпедокл и его учение занимают в истории европейской культуры совершенно особое место.

Оригинальные идеи Эмпедокла не только разительно отличались от теорий его современников и предшественников, но и весьма органично объединяли в себе «прошлое и будущее» философской мысли эллинов.

Как принято выражаться ныне, Эмпедоклу удалось синтезировать в своем учении два главных, противостоявших друг другу направления в древнегреческой философии: наивный материализм Востока (ионийская школа) и религиозно-нравственные теории Запада (Южная Италия и Сицилия).

Осуществлен же этот синтез был примерно так.

Согласно Эмпедоклу, вся вселенная представляет собой единую живую сущность, которая мыслит как ум и существует как тело. Постигнув, что всеохватывающий космический сверхразум должен иметь наиболее совершенную – сферическую – форму, Эмпедокл именует вселенную «божественный сфайрос».

Суть существования Сфайроса сводится к нескончаемым, регулярно сменяющим друг

друга циклам расширения и сжатия. Как постиг эту физику Эмпедокл, в основе данной динамики лежит пара внутренне присущих Сфайросу сил – Любовь и Вражда (или взаимное притяжение и отталкивание, пользуясь современной терминологией).

Иначе говоря, пока в мире доминирует вражда, вселенная находится в стадии расширения. Но когда степень взаимного отталкивания достигает максимума, понемногу опять начинает преобладать любовь, которая в итоге стягивает всю разобщенную прежде вселенную к состоянию слитного единства и «достойной гармонии».

В соответствии с космическим ритмом, затем приходит конец и слиянию, вновь проявляются «силы вражды» (или, иначе, тяга к разнообразию), так что начинается новый цикл расширения. Такого рода циклические чередования единого и многого никогда не прекращаются, потому что никогда и не начинались. Это просто суть существования Сфайроса.

Что же касается человека, или самоосознающего элемента вселенной, то его жизнь своими эволюционными циклами как бы отражает и воспроизводит движение мира от вражды и раздробленности к состоянию всеобщего гармоничного единства.

Будучи абсолютно убежденным сторонником идеи о многократных реинкарнациях человека, Эмпедокл видел в этом процессе обновлений глубокий космический смысл. В течение множества перерождений люди постепенно набираются опыта, мудрости и понимания жизни. Или, иначе, проходят путь «очищения души» – путь от полудикого до богоравного состояния.

Под конец же этой эволюции они становятся наиболее почитаемыми у людей мастерами – пророками и целителями, поэтами и артистами, вождями народов и так далее. Ну а затем сильно продвинувшиеся в своем развитии души «восходят к богам, высшую славою чтимым».

Что же касается существования на «божественном» уровне, то в этой фазе, согласно Эмпедоклу, душа уже не имеет привычного нам тела и неизменной формы, существуя как чистое сознание: «Дух он священный и только, пронзающий разумом быстрым космос от края до края»...

В высшей степени неординарному учению Эмпедокла, увы, не довелось укорениться в древнегреческой культуре. После смерти философа не осталось ни учеников, способных продолжить его дело, ни тем более школы, которая занималась бы развитием и распространением эмпедокловых идей.

* * *

Имеет, однако, смысл обратить внимание, что в тот же самый исторический период, когда в Средиземноморье родился и жил необыкновенный мыслитель Эмпедокл, совсем в другом регионе планеты, на полуострове Индостан, учил новому взгляду на мир другой мудрец, известный под именами Сиддхартха Гаутама, Шакьямуни или просто Будда.

Так вот, если аккуратно сопоставить базовые идеи Эмпедокла и буддийской философии, то без особого труда обнаруживается, что сочетаются они друг с другом практически в идеальной гармонии...

Сам Будда, правда, космологией и физикой мироздания не увлекался, предпочитая все внимание концентрировать на путях к избавлению человека от страданий. Однако многочисленные последователи учения, освоив буддистский взгляд на человека и его место в мире, с не меньшим интересом стали медитировать и размышлять о соответствующей картине мироздания. В итоге же у буддистов получилась конструкция, которую последователи Эмпедокла – если бы таковые имелись – без всяких натяжек могли бы назвать своей.

Обе системы в основу мироздания помещают гигантский вихрь, вокруг центра которого

вращается весь космос. Это вращение вызвано деятельностью всех живых существ вселенной и одновременно лежит в основе их эволюции.

Все сущее в мире, согласно Эмпедоклу, составлено из четырех неуничтожимых первоэлементов (воздух, вода, земля, огонь). В буддизме имеются свои базовые элементы или силы бытия, иногда именуемые универсальным термином «дхармы» и в разных комбинациях образующие любое отдельное существо. Правда, относительно числа и неуничтожимости дхарм мнения различаются, но это уже не самые существенные нюансы.

Одной же из важнейших структур в буддийской картине мироздания является, как сказали бы сейчас, концепция мультиверса. То есть вселенная здесь имеет не только четко выраженную многоэтажную конструкцию «по вертикали», но и каждый горизонтальный уровень-этаж, в свою очередь, состоит из неисчислимого множества разных миров. Очень многие из этих миров в буддийской литературе давно исследованы и дотошно описаны.

Такого рода исследования для интересующихся возможны по той причине, что человек в буддийской вселенной занимает весьма особое место. Человеческое сознание одновременно существует на всех уровнях бытия, а его ментально-эмоциональное состояние в каждый конкретный момент времени соответствует пребыванию на одном из разных этажей реальности.

Иначе – и несколько упрощенно – говоря, когда люди испытывают наслаждение, они пребывают в мире дэвов, или «богов». Когда кто-то поглощен стремлением властвовать – это уровень асуров, иначе именуемых здесь полубогами или демонами. Когда человека одолевают мысли об элементарной бытовой неустроенности (вроде голода, холода, нехватки одежды и отсутствия жилья) – это существование на уровне животных. Если же сознание охвачено страстными желаниями – это мир претов или голодных духов, которые никогда не могут насытиться. Ну а если человек одержим злобой, ревностью, ненавистью, завистью – то это накара, ад, самое тяжкое для существования место.

И наконец, если сознание человека охвачено эмоциями, сомнениями и постоянными переменами в мыслях, желаниях и ощущениях – то это, конечно же, наиболее знакомый нам уровень реальности, именуемый мир людей. Уровень, на вертикальной шкале эволюции обычно помещаемый буддистами между миром асуров и миром животных.

Однако для всех живых существ, кто в процессе реинкарнаций получает – в зависимости от наработанной ранее кармы – рождение на том или ином уровне бытия, попасть в мир людей считается большой удачей. Потому что именно этот уровень – самый благоприятный или даже единственный с точки зрения самореализации и выхода из цепи всевозможных многоэтажных страданий (от пресыщенной скуки дэвов до адских мук накари).

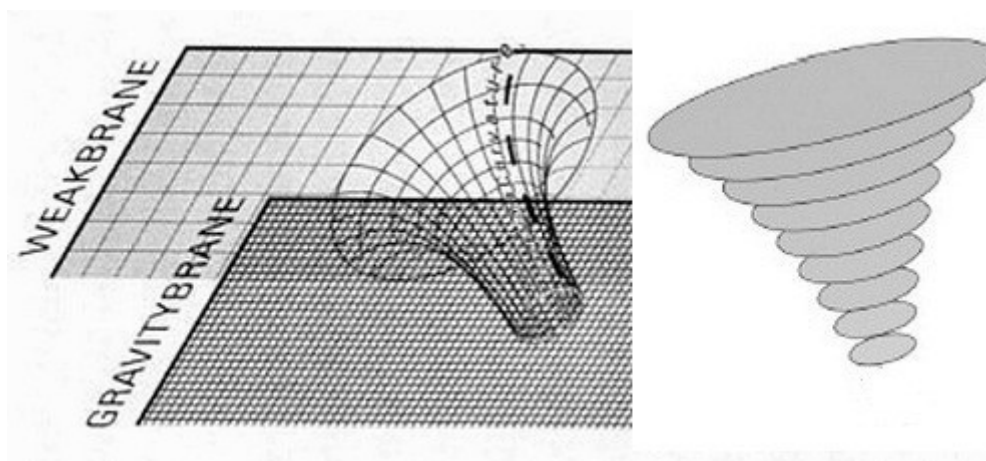
Ибо буддийская вселенная устроена так, что только люди имеют возможность полностью управлять своим сознанием, достичь просветления и при желании вообще покинуть миры перерождений, став буддой и уйдя в нирвану – высший уровень существования в состоянии полной свободы и блаженного слияния с пустотой единого. А если хочется, то можно жить и дальше, но уже просветленными – как бодхисатвы, святые, помогающие достичь просветления всем остальным.

* * *

Если затевать перевод буддийской картины мира на язык современной физики-математики, то одной из первых – очевидно полезных для этого дела – конструкций представляется модель Рэндалл-Сундрума или RS [см. (29) в ТЗО_4.4].

Помимо того, что «модель RS» с помощью двух бран красиво объясняет разительное отличие в силах электромагнетизма и гравитации, она же, можно напомнить, дает и

математическое обоснование многослойной структуре пространства-мультиверса, находящегося между двумя краевыми мембранами.



Не отвлекаясь на точный пересчет количества слоев (даже дотошные буддисты разных школ имеют на данный счет серьезные расхождения, насчитывая как различное число главных уровней, так и разное количество сфер-подуровней в каждом из миров), более целесообразно сосредоточиться на том, почему человек и его сознание оказываются в этой структуре такими особенными.

Ранее уже разъяснялось, почему «пятое измерение», необходимое для модели RS и обеспечивающее многослойную структуру пространства, можно считать частотной шкалой вибраций для квантовых частиц-осциллонов. И если вспомнить, что образующие нас «первозлементы» – это осциллоны с наименьшим энергетическим уровнем колебаний, то несложно понять, что тело наше, состоящее из данных частиц, находится на самой крайней мембране (частицы прочих, внутренних слоев имеют более высокую энергию вибраций).

Но при этом, в силу постоянных перескоков осциллонов с одной мембраны на другую, получается так, что частицы нашего тела регулярно оказываются и во всех прочих слоях реальности – каким-то образом с ними взаимодействуя на уровнях, недоступных нашему обычному сознанию. Но в принципе, прибегая к аналогии частотных каналов телевидения, с помощью тонкой подстройки наш мыслительный аппарат можно, судя по всему, настроить на любую «ТВ-программу» (что и делают, очевидно, буддийские мастера в медитативном состоянии созерцания).

Понятно, что животные, тело которых состоит из тех же самых первозлементов что и у человека, с механистической точки зрения от нас не отличаются. Однако сознание и жизнь животных, как несложно заметить, очень плотно сфокусированы на еде и выживании. А это, ясное дело, неважно сочетается с рефлексией, размышлениями о тайнах мироздания и стремлением к духовному просветлению. С другой стороны, пока что человек слишком мало знает о сознании животных вообще и об особенностях их коллективного сознания в частности. Ясно лишь то, что на уровне индивидуального сознания мы обитаем в существенно разных мирах.

Что же касается обитателей всех прочих буддийских миров (дэвов и асуров, претов и адских существ) то они – как сущности, не регистрируемые в нашем мире физическими наблюдениями – естественным образом оказываются постоянными обитателями других слоев, так называемых «тонких» миров вселенной.

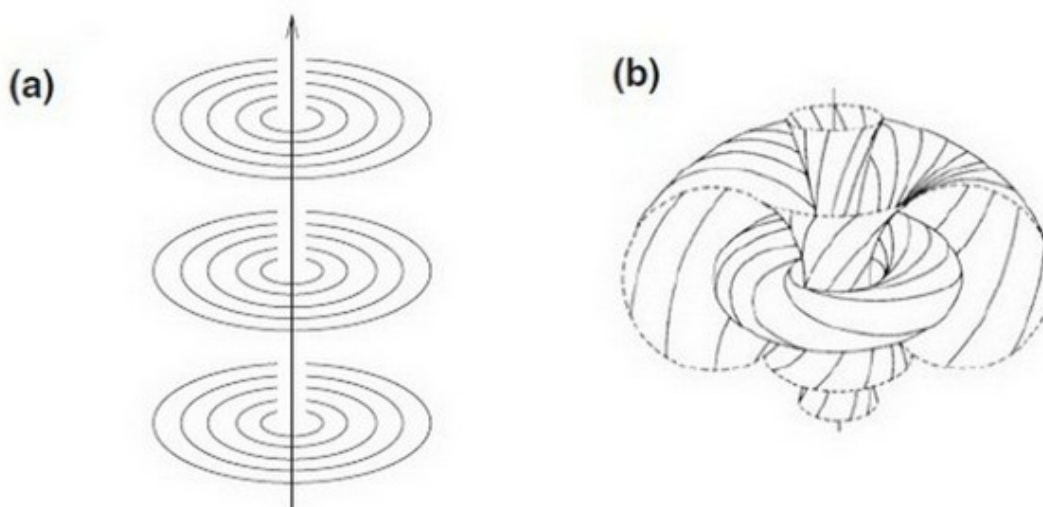
* * *

Особого рассмотрения заслуживает идея буддистов о том, что человеческое сознание – с его огромным диапазоном охвата слоев – в своих разных состояниях эмоциональной и ментальной активности пребывает на разных уровнях многоэтажного мироздания.

Эта важная идея естественным образом сопрягается с известной концепцией чакр. Концепцией, еще в глубокой древности появившейся в индуизме, а ныне вместе с йогой проникшей и во многие другие культуры. Термином чакры, можно уточнить, именуется невидимые для нас «колеса», расположенные по оси позвоночника – от основания до макушки головы – и формирующие тонкое тело человека. Или, точнее, множество наших тонких тел.

Интуитивно несложно, наверное, постичь, что при сочетании двух этих концепций мы получаем физическую картину, в которой каждая чakra является своего рода «вихревой платформой», на основе которой формируется тонкое тело человека в каждом из тонких миров (и которая в миниатюре воспроизводит вихрь в основании всей вселенной).

Дабы стала понятнее общая динамика развития этой геометрической структуры во времени и пространстве, полезно вспомнить два существенно разных способа, посредством которых пространство заполняется окружностями: (а) тривиальный способ и (b) нетривиальное расслоение Хопфа.



По неслучайному, естественно, совпадению, две этих картинки в упрощенном (а) и более замысловатом – но и более адекватном – виде (b) отражают процесс эволюции мира и человека, как это представлялось древним буддистам и Эмпедоклу. Формулируя чуть иначе, можно сказать и так, что это две разные проекции, отображающие единую многомерную структуру в легче постижимый для нас трехмерный образ.

Для пояснения картинки (а) можно сослаться на «Энциклопедию Абхидхармы», наиболее авторитетный в буддизме свод космологических сведений, составленный в V веке нашей эры. Согласно этому источнику, в буддийской модели мира основой вселенной является плотный вихрь воздуха. Выше этого вихря находится очень толстый слой воды, а на нем – самый верхний слой «нашего» плотного мира, прежде сделанный из железа, а ныне из золота. (Для сравнения – в «часах мира» из сна Паули внешняя кайма циферблата была темной, а ныне золотая.)

Вряд ли разумно делать поспешные суждения о «нефизичности» этой странной картины мира. Ибо несложно углядеть, что в современной астрофизике надежно установлен именно такой путь эволюции для материи вселенной: от самого легких элементов, водорода и гелия (воздух), далее к более тяжелому кислороду (то есть и к воде, как его соединению с водородом), а уж затем и к синтезу более тяжелых элементов, вроде железа и золота...

Иначе говоря, есть основания смотреть на цилиндрическую картину мира буддистов как на процесс эволюции вселенной по оси времени T . Но при этом, что важно, эту же ось можно интерпретировать еще и как «частоту вибраций» $1/T$, то есть физическую величину, обратную времени. Или параметр, в 5-мерной картине мира выступающий как еще одно, пятое измерение пространства-времени.

При таком, «частотном», взгляде на ту же самую картину можно увидеть и комплекс чакр, нанизанных на позвоночный столб человека, и расслоение вселенной на параллельные уровни-миры, именуемые у буддистов «локи». Существенно, что при рассмотрении мира в такой проекции, процесс эволюции вселенной выглядит несколько иначе, чем у Эмпедокла, – как фазы сотворения и роста уровней-лок, сменяющиеся фазами их уменьшения и полного уничтожения. После чего цикл повторяется.

Рост каждого из миров (наракалока, дэвалока и т. д.) непосредственно связан с тем, что растет количество живых существ, населяющих эти уровни. В любом из шести миров буддизма пребывание не является постоянным, а связано с очищением души от всяческих отягощающих судьбу поступков, совершенных в прошлом и зафиксированных в карме.

Но по мере того, как все существа в процессах реинкарнаций на разных уровнях проходят очищение и понемногу устремляются к просветлению, миры-локи начинают пустеть и без своих обитателей естественным образом исчезают.

Как говорил об этом процессе Эмпедокл, движимые силой Любви, все живые существа устремляются к слиянию в «достойной гармонии». В цилиндрической конструкции буддийской вселенной, правда, место для нирваны как-то не очень просматривается и туманно именуется «другим берегом». Но вот если опереться на идею Сфайроса Эмпедокла, да еще представить многомерную сферу по-современному, в виде расслоения Хопфа, то картина будущего для человечества и мира оказывается куда более внятной.

* * *

Из приведенных выше рассуждений можно понять, что устройство тонких тел человека и многомерную конструкцию пространства-времени вселенной удобно (и полезно) рассматривать в совокупности, как единое целое. Кроме того, переходя к представлению того и другого в виде множества вложенных друг в друга торов, опять-таки удобно интерпретировать картину (b) в приложении к разным вертикальным осям – времени и частотных вибраций.

Ранее (в разделе ТЗО_6.2) уже демонстрировалось, что на поверхности тора внешняя горизонтальная окружность при движении по оси времени хорошо передает эволюцию пространства наблюдаемой для нас вселенной: возникновение из воронки вихря в основании, расширение до максимального размера, а затем сжатие в области верхней воронки тора.

Упоминалось также и то, что всякий материальный объект, включая человека, на этой окружности-вселенной представляется точкой. А траектория движения (мировая линия) каждой такой точки в пространстве-времени на поверхности тора выглядит как косая окружность. Или – в математической терминологии – «слой» в расслоении Хопфа.

Существенно, что материальным воплощением этой траектории является след – скрученный в косу жгут или «нить» из тахионных цепочек-волокон, выполняющих функции квантовой голографической памяти. Или иначе, в более доходчивых формулировках исторической традиции, фибры «души материи».

Одним из наиболее удивительных, наверное, трюков всей этой многомерной геометрии оказывается вот что. Невообразимо длинная нить с «памятью жизнью», тянущаяся за всяким объектом по поверхностям торов, в другой проекции оказывается плотно намотана на своего рода «веретено», служащее основой индивидуального сознания и пространственно расположенное в теле существа – при взгляде из нашего 3D-мира.

В частности, для тела человека роль этого веретена играет система чакр, нанизанных на ось позвоночного столба. В такой проекции удобно считать, что расположение разных чакр на оси соотносится с частотными вибрациям разных уровней-миров или, иначе,

торов. Соответственно, в каждый конкретный интервал времени наматывание нити жизни происходит в колесе-чакре того уровня, на котором в данный момент сосредоточено сознание человека...

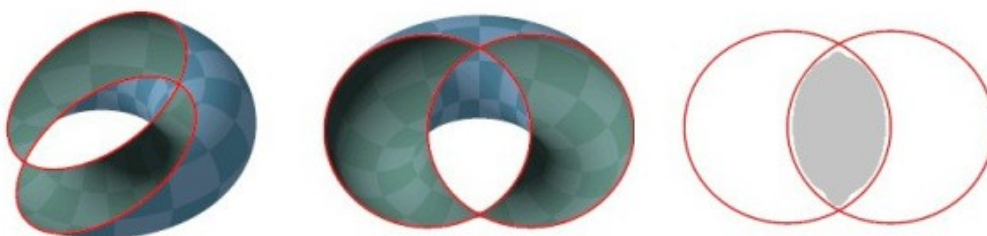
Подробнее разбираясь с этой механикой, в частности, несложно сообразить, каким образом автоматически формируются дурная карма и неблагоприятные инкарнации людей, часто поглощенных, скажем, злобой, завистью или ненавистью. В соответствующей чакре при этом накапливается столь внушительная часть личности, что после смерти в теле человека такие существа с наибольшей вероятностью окажутся (по-буддийски, «получат рождение») понятно на каком из тонких уровней реальности.

Здесь, однако, куда интереснее рассмотреть не механику перерождений и очищений кармы в буддийской системе мироздания (что подробно описано в великом множестве книг), а геометрические, так сказать, аспекты эволюции человека к состоянию наивысшего уровня сознания, иначе именуемому «просветлением» или «достижением другого берега».

* * *

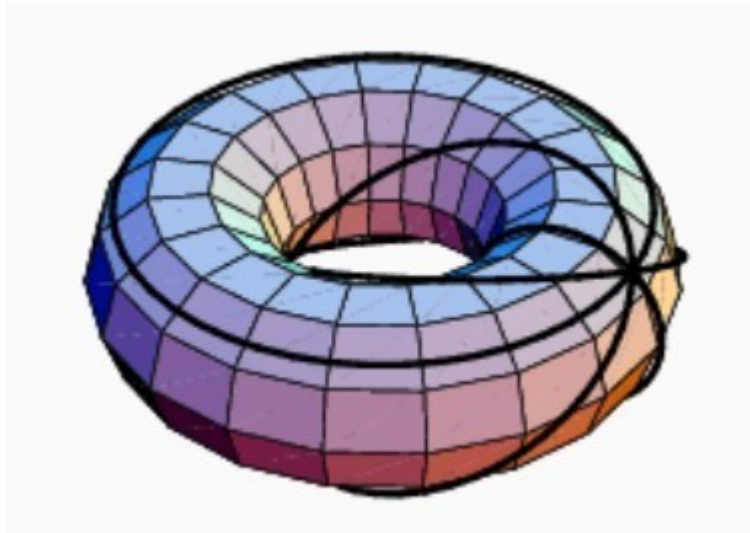
Одна из самых замечательных особенностей расслоения Хопфа заключается в том, что важные детали этой специфической геометрической конструкции были хорошо известны людям и раньше. Причем в самых разных контекстах: и в математическом, и в философско-мистическом, и в религиозно-прикладном.

Если говорить конкретнее о математике, то косые окружности, образующие поверхность тора, исторически были обнаружены и описаны французским астрономом Ивоном Вилларсо еще в 1848 году. То есть почти за столетие до того, как Хопфом были открыты топологические расслоения, Вилларсо показал, что при сечении тора плоскостью, дважды касающейся его поверхности, образуется характерная фигура, состоящая из двух окружностей, центры которых лежат на периметрах друг друга.¹⁴⁹



Прямым следствием, выводимым из открытия кругов Вилларсо, оказался такой факт. Через любую точку, произвольно выбранную на поверхности тора, как выяснилось, всегда проходят четыре разных окружности. Две из них очевидны и связаны с циркулярными образующими тора как фигуры вращения. То есть одна окружность лежит в плоскости, параллельной тору, а другая – в ей перпендикулярной. Что же касается двух прочих, неочевидных окружностей, то это два «косых» круга Вилларсо, лежащие, как правило, в разных плоскостях, соответствующих разным способам проведения двукасательной секущей.

Для выстраиваемой здесь картины взаимосоответствий эти 4 окружности, присущие каждой точке на торе, важны вот по каким причинам. Две первые окружности – горизонтальная и вертикальная – означают замкнутость вселенной по осям пространства и времени. Косая же окружность от кругов Вилларсо, ясное дело, означает траекторию «мировой линии» всякого объекта в процессе эволюции вселенной. Но вот то, что таких косых окружностей на самом деле проходит через всякую точку ДВЕ – этот факт требует особого к себе внимания и рассмотрения.



Если вспомнить, что в основе всей рассматриваемой здесь конструкции лежит идея о двух сторонах одной вселенной, а всякая частица нашего мира одновременно является и частицей мира на другой стороне, то несложно постичь также и такую вещь. **Существа, состоящие из общих с нами частиц, имеют и общее с нами сознание.**

И хотя с геометрической точки зрения мы совместно представляем одну точку на поверхности тора как упрощенной карте вселенной, реально мы живем как совершенно разные сущности – в абсолютно разных физических условиях реальности и по сути не замечаем существования друг друга. Что и отражают косые окружности «мировых линий», находящиеся в совершенно разных плоскостях.

Но при этом геометрия допускает и такие ситуации, когда обе окружности оказываются в одной плоскости, или становятся копланарными, как выражаются математики. Именно этот особый случай, собственно, и отражают круги Вилларсо – когда периметры сопряженных окружностей оказываются проходящими в точности через центр друг друга.

Конечно же, не случайность, что именно такая конфигурация была известна в так называемой «сакральной геометрии» разных культур Востока и Запада за много веков и даже тысячелетий до открытия Ивана Вилларсо. Эта фигура встречается под разными названиями, но чаще всего – в мистической литературе европейской традиции последних 3-4 веков – ее именуют Vesica Piscis, то есть «рыбий пузырь» в переводе с латыни.



Чтобы стала более ясной естественная интерпретация этой «сакральной» геометрии с точки зрения психологической самореализации человека, следует подчеркнуть два момента. Во-первых, известную формулу, согласно которой «природа это сфера, центр которой везде, а край нигде».

А во-вторых, тот факт, что «мировая линия» для траектории жизни каждого человека – или нить нашей памяти от начала вселенной – есть часть окружности, проходящей через центр тора. И коль скоро вся эта нить «намотана» внутри нашего сознания, каждый человек имеет возможность – даже на чисто интуитивном уровне – постичь, что и он, и она, и любая сущность на свете могут считаться центром мироздания...

И поскольку для индивидуального сознания подлинное, глубинное постижение этого удивительного факта (иначе именуемое «просветление») происходит одновременно с постижением своего существования на всех уровнях вселенной, включая самые высшие, это означает и еще кое что очень важное – «Контакт» . А именно, мы непосредственно соприкасаемся с совершенно другой, куда более великой частью нашего сознания на другом конце вселенной.

Можно сказать, что это и есть «достижение другого берега». А еще можно понять и то, что в финальной стадии эволюции именно мы – это центр их мира, также как они – это центр мира нашего.

Такие вот весьма глубокие идеи всеобщего единства, собственно, и обнаруживаются в простой картинке под названием *Vesica Piscis*, если анализировать ее с позиций современной математики и физики.

Суть данных идей, однако, люди всегда умели ухватывать и без всякой науки. Безусловно любопытным и достойным упоминания, скажем, представляется тот факт, что центральный элемент *Vesica Piscis*, имеющий особое название *Mandorla* (или «миндаль» по-итальянски), был весьма популярен в религиозном изобразительном искусстве средневековой Европы.



Характерную форму Mandorla нередко применяли для изображения светящегося (или наоборот темного) ореола вокруг христианских святых, деви Марии и сына ее Иисуса. Что именно вкладывали в этот образ древние мастера, наверняка сказать трудно. Но невозможно отрицать, что для данной характерной формы справедливы по меньшей мере три сопоставления.

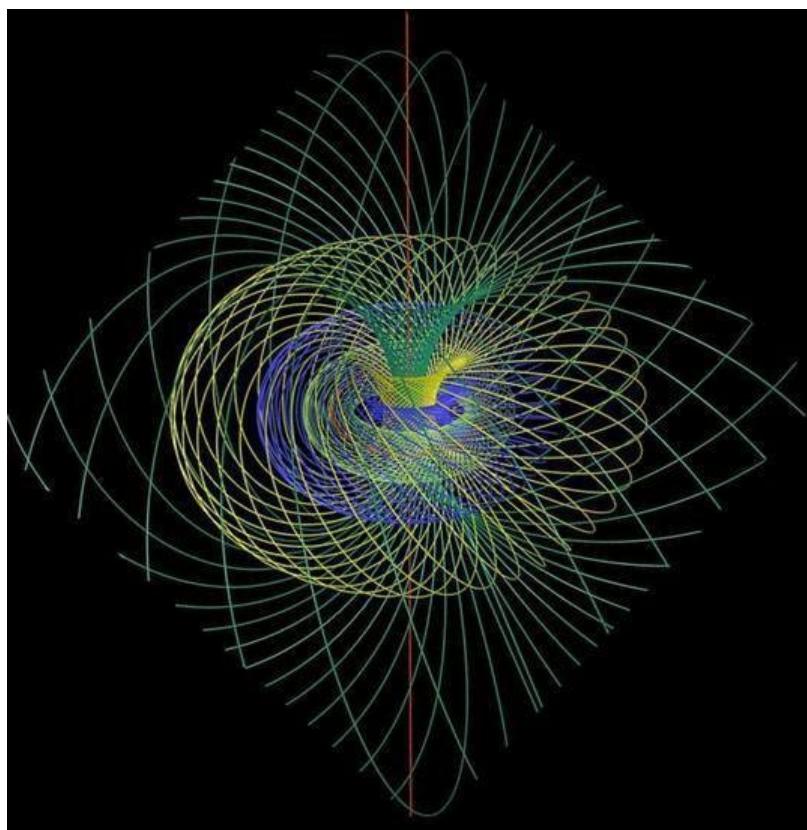
Во-первых, это форма космического веретена Ананке, находящегося у нее «между колен». Во-вторых, это традиционно принятая форма для изображения женского детородного органа. И в-третьих, данная форма является адекватным отображением для очертаний «голографического мира AdS», сформированного всеобщим коллективным сознанием в «черной дыре» вселенной-тора [подробности этой интерпретации см. в (56) ТЗО_6.2].

Ну и дабы еще раз особо подчеркнуть важность тех геометрических свойств вселенной, которые демонстрирует расслоение Хопфа, следует упомянуть и вот какую особенность этой конструкции. Когда на рубеже 1980-1990-х годов для строгого математического отображения и анализа данного объекта начали применять графические программы и персональный компьютер, то был открыт примечательный факт.¹⁵⁰

Выяснилось, что **каждая из окружностей**, образующих поверхность тора в расслоении Хопфа, **строго по одному разу зацеплена со всеми остальными окружностями** структуры. Причем каждое из колец сцеплено не только с кольцами «своего» тора, но и с каждым кольцом всех остальных торов расслоения.

Иначе говоря, применительно к модели вселенной, линия жизни и сознания буквально каждого существа в природе оказывается неразрывно сцеплена с душой абсолютно всех остальных обитателей мироздания – живущих на всех его частотных слоях.

Более сильного образа для всеобщего единства мира, наверное, и придумать невозможно.



(61)

Еще один очень важный – или архетипический – образ, устойчиво сохраняющийся в культуре человечества с древнейших времен и поныне, – это символ бабочки.



Довольно неожиданной и оригинальной иллюстрацией, демонстрирующей воистину универсальный (от тайн мироздания и до эволюции человека) характер этого архетипа, может служить следующий фрагмент из стихов Владимира Набокова:

*Нет, бытие – не зыбкая загадка!
Подлунный дол и ясен и росист,
Мы – гусеницы ангелов; и сладко
Верзаться с краю в нежный лист...*

Для творчества Набокова – единственного большого русского писателя, писавшего равно выдающиеся произведения что на родном, что на английском языках – образ бабочки, как многим известно, был далеко не случайным.

В биографиях знаменитого романиста, поэта, драматурга, эссеиста и переводчика всегда непременно упоминают и про это его особое хобби, увлекавшее писателя с раннего детства и вплоть до последних дней. А также про трудные годы эмиграции, когда писателю доводилось работать, среди прочего, и профессиональным энтомологом, специалистом по чешуекрылым или лепидоптерам, как принято именовать бабочек в зоологии.

Куда меньше, правда, известно, насколько мощный след оставила эта никогда не иссякавшая любовь к бабочкам в литературном творчестве Набокова. Специалистами-набоковедами в текстах писателя насчитано порядка 570 мест, посвященных этим созданиям.

Но при этом никем, практически, так и не замечено, что через образ бабочки проходит очень интересная связь между личностями Владимира Набокова и Вольфганга Паули. А внешняя канва жизни великого писателя, если присмотреться, во многих своих ключевых деталях оказывается чрезвычайно похожа на факты биографии великого физика.

И тот, и другой родились почти в один и тот же день, в 20-х числах апреля, но только с разницей в один год и в разных столицах (Набоков в 1899 в Санкт-Петербурге, Паули в 1900 в Вене). Их обучение в университетах прошло вдали от родного дома (Набоков окончил Кембридж, Паули получил образование в Мюнхене). После нескольких лет жизни в Германии, из-за прихода к власти нацистов и начала войны, они оба были вынуждены эмигрировать из Европы в США, причем сделали это синхронно в один и тот же 1940 год.

Получив в итоге американское гражданство (опять же, практически синхронно в 1946 году), и Паули, и Набоков после войны решают для постоянного проживания вернуться обратно в Европу. Причем оба – уже насовсем – обосновываются на гостеприимных берегах швейцарских озер.

Правда, переезд их в Швейцарию происходил с разницей почти в пятнадцать лет. Нобелевская премия по физике, полученная Паули в 1945, настолько существенно повысила статус ученого, что он – обретя возможность свободно выбирать себе место для жизни и работы – вернулся в Цюрих уже на следующий год.

Для Набокова дорога к славе и материальной независимости оказалась несколько длиннее, так что он нашел свое швейцарское пристанище на берегу другого озера – Женевского – лишь к 1961 году. Иначе говоря, хотя параллельные прежде жизненные пути двух героев уже почти сошлись в пространстве, во времени они, увы, разминулись.

В декабре 1958 Вольфганг Паули неожиданно для всех скончался – так и не познакомившись с Набоковым. А потому роль бабочки как архетипа, настойчиво, но ненавязчиво направлявшего двух этих выдающихся людей друг к другу, так и осталась не проявленной...

Однако ничто не мешает чуть-чуть подправить эту историю сейчас – дабы сделать ее цельной и завершенной.

Прежде всего, чтобы стало понятнее, сколь существенное отношение образ бабочки имел к жизни и творчеству Вольфганга Паули, будет достаточно упомянуть всего один лишь факт. Согласно авторитетному свидетельству философа Аристотеля (см. его труд «История животных», IV 7), широко известный ныне термин ПСИХЕ в языке древних греков имел два основных значения – «душа» и «бабочка».

По этой причине, Психе – как душа человека – часто изображалась в виде бабочки, покидающей тело умершего. Так, на памятниках искусства античной эпохи бабочка либо вылетает из погребального костра, либо отправляется в аид, мир мертвых. В литературных произведениях того времени, как например в «Метаморфозах» Овидия, бабочка могла и непосредственно отождествляться с умершим.

Формулируя данные факты чуть иначе, можно сказать, что для Паули тайны ПСИХЕ, как души и сознания человека, были предметом точно такого же огромного интереса (помимо основной профессии), какой Набоков испытывал к ПСИХЕ как бабочкам...

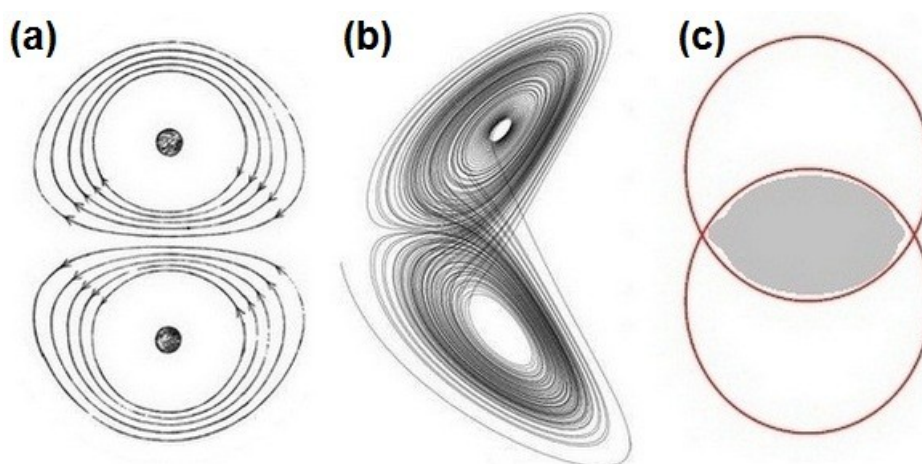
Более того, приведенное выше набоковское стихотворение отчетливо демонстрирует подлинную глубину этого интереса. Особым зрением поэта он видел в процессе метаморфоз бабочки куда более важную картину – процесс эволюционного превращения человеческого сознания из малопривлекательного «червяка» в прекрасного «ангела»...

Вполне очевидно, наверное, что на каком-то из этапов постижения этого непростого и небыстрого процесса в данной аллегории непременно должна проявляться и роль нашего «кокона» – то есть порождаемые телом «гусеницы» фибры памяти и опыта, которые

постепенно наматываются в сознании и формируют душу к ее наивысшей стадии существования.

Насколько близкой эта концепция могла бы оказаться и для писателя, и для ученого-физика, могут свидетельствовать такие слова в одном из поздних интервью Набокова, где он говорил о неразрывных связях между искусством и наукой: «Нет науки без воображения и нет искусства без фактов».

В качестве наглядной иллюстрации этой идеи применительно к области физики будет вполне к месту, наверное, дать следующую картинку-сопоставление, предполагающую для смотрящих не только способность к анализу фактов, но и хотя бы минимум воображения.



На этих картинках можно видеть три нехитрых, в сущности, образа, отражающих принципиально важные для современной физики идеи. (a) Устройство гравитона как пары фотонов, что обеспечивает единство мира, раздвоенного на две одинаковые части. (b) Странный аттрактор, как график «раздвоенного» поведения нелинейной динамической системы на грани порядка и хаоса. (c) Сечение тора в виде кругов Вилларсо, как простейшее представление голографической идеи об AdS/CFT-соответствии и неразрывном единстве двух существенно разных миров, формирующих целое.

Когда все эти картинки уже отобраны и выложены вот так, в один ряд, то любой мало-мальски внимательный человек способен, наверное, разглядеть за каждой из них один и тот же образ-архетип. Вторая – наиболее известная – из картинок, кстати, именно под таким названием повсеместно и упоминается – как «бабочка Лоренца».

И хотя тема под общим названием «бабочки в физике» представляется чрезвычайно обширной и богатой для исследований, сейчас, однако, речь пойдет совсем о других аспектах этих крылатых созданий. Аспектах, куда более близких изначальному образу ПСИХЕ и непосредственно связанных с переходом человека в мир иной.

Случилось так, что в 2012 году, как раз накануне появления данного «путеводителя ТЗО», в США из печати вышла существенно другая книга – но про еще одно «путешествие за облака» – от ученого-нейрохирурга по имени Ибен Александер.¹⁵¹

В этой работе вполне адекватный и рационально мыслящий американский доктор рассказывает о своем экстраординарном жизненном опыте – по сути дела, об околосмертном путешествии «в рай» (как он это называет, хотя с научной точки зрения более корректным представляется термин «голографический мир AdS»).

Вообще говоря, подобного рода случаи околосмертного опыта в медицине хорошо известны и многократно зафиксированы. Однако данный отчет занимает особое место по той причине, что сознание Александера совершало свое далекое путешествие на

протяжении семи дней, в течение которых тело его лежало в реанимации в состоянии глубокой комы. А постоянно следившие за состоянием тела медицинские приборы свидетельствовали о бездействующем и полностью отключившемся мозге...

Вдвойне примечательно, что важную роль в этом «безмозглом путешествии» нейрохирурга играл образ бабочки – вынесенный впоследствии даже на обложку книги Александера. Однако прежде, чем переходить к разбору существенных подробностей, относящихся к природе потустороннего в данном отчете, понадобится сделать подводящую к теме преамбулу.

#

На рубеже XIX и XX веков, то есть в те самые годы, когда одновременно с рождением квантовой физики Планка и психоанализа Фрейда в этот мир пришли Владимир Набоков и Вольфганг Паули, отсюда в мир иной переместился человек по имени Фредерик В.Г. Майерс (1843-1901).

Хотя ныне он мало кому известен, в первой половине XX века Фредерик Майерс сделал для сближения двух сторон реальности столько, сколько не сделал, наверное, никто другой. Иначе говоря – как бы странно ни прозвучали эти слова – наиболее важную для человечества работу Майерс совершил уже после своей смерти.

Имея отчетливые представления о сути и принципах научных исследований, еще при жизни в плотном физическом теле Майерс провел солидную подготовительную работу для экспериментов, имевших довольно необычную (антинаучную, как выражаются ныне) направленность и цель.

Как один из основателей и активных членов БОПИ, британского Общества психических исследований, в последние десятилетия XIX века Фредерик Майерс интенсивно занимался изучением необычных феноменов сознания. Таких феноменов, к примеру, как ясновидение или телепатия, а также близко связанные с ними медиумизм, спиритизм и прочие подобные виды общения с потусторонним миром.

Среди членов БОПИ было немало весьма авторитетных ученых того времени, которые подходили к исследованиям тайн сознания с той же научной строгостью и обстоятельностью, что была принята в экспериментах физики или химии. Понятно, наверное, что при таком тщательном и критическом подходе к предмету исследователям доводилось не только отвергать – как недостоверные – те или иные психические феномены, но и порой выявлять откровенных мошенников-имитаторов.

По этой причине в кругах преданных адептов спиритизма БОПИ нередко именовали «Обществом по уничтожению доказательств»... Но как бы там ни было, в процессе многолетних исследований членами данного общества был накоплен столь внушительный объем данных, что даже наиболее закоренелые среди них скептики в итоге стали абсолютно убежденными сторонниками идеи о продолжении жизни человека после смерти физического тела.

Своеобразным теоретически обобщающим итогом 20-летней деятельности БОПИ стал фундаментальный труд Фредерика Майерса «Человеческая личность и ее жизнь по прекращении телесного существования»¹⁵², изданный в 1903 году, то есть спустя два года после ухода автора из этой жизни.

Самое же интересное, что на этой работе исследования сознания, проводившиеся Майерсом, отнюдь не закончились. Еще долгое время, вплоть до 1930-х годов, коллеги по БОПИ продолжали получать от него – теперь уже с того света – не только содержательные послания-наблюдения, но и целые книги о жизни и мыслях человека, находящегося по ту сторону реальности.

Каких-либо сомнений относительно того, что тексты идут от Майерса, у коллег не было абсолютно. Во-первых, потому что этот человек обладал весьма характерным и сразу узнаваемым стилем письма, опирающимся на его широчайшую эрудицию в области античной культуры. А во-вторых, в БОПИ были разработаны чисто технические процедуры аутентификации, позволявшие «усопшим» доказать, что «они – это именно они».

В конкретном случае с Майерсом, в частности, для подтверждения его личности были задействованы несколько незнакомых друг с другом медиумов, сотрудничавших с БОПИ и проживавших в разных странах. Каждый из них получил с того света по небольшому фрагменту текста, который сам по себе выглядел бессмысленным набором слов. И лишь после того, как эти фрагменты складывали вместе, смысл послания в совокупном тексте становился вполне понятен.

Благодаря книгам Майерса, продиктованным уже с того света, были получены не только развернутые рассказы о совершенно полноценной жизни людей после смерти физического тела, но и обстоятельные описания мира в условиях существенно иной природы многоярусной реальности.

Попутно нельзя не отметить, что весьма нетривиальные, вообще говоря, данные, которые собрал о «загробном» существовании Фредерик Майерс, абсолютно естественно и органично вписываются в ту картину мира и реальности, что была реконструирована во всех предыдущих разделах настоящего обзора.

Объективности ради также следует подчеркнуть и то, что многоэтажный мир вселенского сознания, методично изучавшийся Майерсом после смерти, в своих ключевых особенностях очень похож на вселенную буддистов. Различие лишь в том, что выросший в христианской среде Фредерик Майерс был специалистом по античной литературе, знатоком поэзии Древнего Рима и профессором классической филологии в Кембридже. То есть человеком, чрезвычайно далеким от буддизма, а потому описывавшим иную реальность в европейской культурологической традиции.

В обстоятельных и подробных рассказах Майерса разбираются «семь уровней реальности», для доходчивости и образности описываемые с привлечением древнегреческих терминов и метафор – вроде миров Аида, Гадеса и так далее. Хотя суть этих уровней сознания исследователь увидел и постиг несколько иначе, нежели это свойственно представлениям буддистов, общая структура конструкции явно просматривается одна и та же. И аналогично, наиболее сложным для человеческого постижения оказывается самый верхний, седьмой этаж эволюции (нирвана), у Майерса носящий название «Вневременье».

В своих отчетах исследователь честно признает, что лично его уровень сознания позволил подняться лишь до четвертого – неопределимо прекрасного – плана реальности или «мира Эйдоса». Обо всех же прочих, более высоких этажах (пятом «мире пламени или Гелиоса», шестом «мире света или Абсолютного разума»), он смог поведать нечто содержательное лишь на основе свидетельств тех, кому доводилось на подобные уровни подниматься.

Суть процесса эволюции сознания, сводящаяся к обретению человеком все более высоких душевных качеств через последовательность рождений в разных телах, регионах и эпохах, ухвачена и сформулирована Майерсом вполне отчетливо. Куда менее постижимой, по понятным причинам, выглядит для него физика потустороннего мира. Ибо очень многое там устроено совершенно не так, как здесь. И куда больше похоже на яркие, причудливые сны...

Для целей же современной науки именно эти аспекты потусторонней реальности (физика взаимодействий, геометрия пространства, передача информации) здесь и сейчас представляются особенно важными. Потому что всевозможных посланий и книг с того света, вообще говоря, за века уже накоплено на большущую библиотеку. Многие из этих текстов реально облегчают людям чувство утраты близких и даже, бывает, расширяют сознание. Вот только естественно-научная ценность у этой литературы почти никакая.

Именно поэтому особенно интересны отчеты потусторонних исследователей-ученых вроде Майерса, где делаются попытки вдумчивого и обстоятельного описания таких феноменов и процессов, для которых и терминов-то подходящих в ту пору еще не появилось. (С подачи Фредерика Майерса, кстати, еще при его жизни здесь в обиход было запущено такое общепринятое ныне слово, как «телепатия».)

В текстах Майерса «оттуда» имеется немало мест, особо любопытных, в частности, для специалистов по голографии и квантовой теории информации. Например, когда обитающие «там» люди хотят пообщаться с кем-то из знакомых, они могут представить себе собеседника (задать адрес) и мысленно отправить к нему свой «голографический образ-дубль» (как выразились бы сейчас). Когда же общение через двойника заканчивается, то достаточно прекратить о нем думать (завершить сеанс связи), чтобы голографический дубль «саморастворился»...

Что же касается личных перемещений людей с места на место, то для описания того, как это происходит там, среди современных терминов наиболее подходящим оказывается слово «телепортация». То есть, по свидетельству Майерса – а также многих других корреспондентов оттуда¹⁵³, – выглядит это примерно так. Им достаточно, сконцентрировавшись, подумать о том месте, в котором хотелось бы сейчас быть, и они тут же могут там оказаться – сами совершенно не понимая, каким образом это происходит...

Иначе говоря, понятие физических расстояний – в нашем представлении об этом важнейшем свойстве пространства – для потусторонней реальности по сути дела не существует. Весьма непохоже на здешнее устроено там и четвертое измерение – время.

То есть, обитатели потустороннего мира уже не столь жестко привязаны к постоянному «теперь». В отчетах Майерса, в частности, есть описание некоего ритуала, когда, при переходе с третьего уровня сознания на четвертый, людей могут удостоить особой чести – совершить путешествие по тому или иному разделу «Великой Памяти». Как поясняет исследователь, все, что когда-либо происходило на земле, сохраняется в космической памяти. Так что в принципе – для имеющих соответствующие знания и навыки – есть возможность по этой голографической памяти «путешествовать».

Наконец, если говорить о еще одном – вертикальном или частотном – измерении, разделяющем потустороннюю реальность на этажи в соответствии с уровнем сознания обитателей, то и тут от Майерса имеется весьма любопытная информация.

Сам он, как уже говорилось, выше четвертого уровня не поднимался, однако от сведущих источников получил, в частности, такие достоверные свидетельства. Уже на пятой ступени (мир Гелиоса) сознание становится способно проникать во все сферы духовной и материальной вселенной, включая обитание в недрах самых горячих звезд...

На этом моменте, пожалуй, краткий рассказ об исследованиях Майерса пора завершить. Ибо сколь бы интересными и содержательными они ни были, на развитие современной науки эти материалы не оказали абсолютно никакого влияния. И вряд ли надо долго объяснять почему.

Ученые XX века не проявили к подобным исследованиям ни малейшего интереса, коль скоро физика и психология выстроены ими на совершенно иных фундаментальных основах, в которые никак не заложена идея о единстве материи и сознания.

Нельзя не отметить, однако, что широкая публика, в отличие от ученых, всегда была куда больше готова принять идеи Майерса и его единомышленников. Именно поэтому, в частности, в первой половине XX века среди обывателей были весьма популярны лекции и книги британского физика Оливера Лоджа (1851–1940), который пожертвовал своей репутацией серьезного ученого и «по эту сторону реальности» стал одним из главных популяризаторов концепции о жизни человека после смерти.

В XIX веке Оливер Джозеф Лодж прославился как весьма авторитетный ученый, специалист по электричеству и электромагнитным волнам, один из отцов радиосвязи, изобретатель автомобильной свечи зажигания, диффузора в акустических динамиках и ряда других по сию пору общераспространенных вещей. В начале же XX века Лодж возглавил БОПИ, так что на протяжении еще почти 40 лет важнейшим делом его жизни стало объединение двух сторон реальности и коммуникации с потусторонним миром. В частности, это была связь с Фредериком Майерсом и с собственным сыном – Раймондом Лоджем, погибшим в 1915 на полях сражений первой мировой войны...¹⁵⁴

В 1933 году Оливер Лодж в одной из последних книг, «Моя философия», так обобщил итоги и выводы своих научных изысканий: «Вселенная выглядит для меня гигантским резервуаром жизни и разума. Невидимая вселенная – это великая реальность. Это тот мир, которому мы в действительности принадлежим и в который мы однажды вернемся».

Для того, чтобы в общих чертах стало понятно, как относились к этим исследованиям Лоджа коллеги-ученые, уместно привести цитату из статьи¹⁵⁵ той эпохи – написанной в 1935 году выдающимся советским физиком Львом Ландау:

Мне приходилось спрашивать у средних английских обывателей: кто лучший физик Англии? В ответ назывались не всемирно-известные имена Резерфорда и Дирака, а с удивлением я узнал, что величайшим физиком Англии является сэр Оливер Лодж.

Очень немногие физики за пределами Англии слышали это имя. С трудом удается установить, что лет 50 тому назад Оливер Лодж действительно занимался физикой, но ничем особенно не прославился. Разгадка такой популярности заключается в том, что хотя Оливер Лодж и мало знает физику, но зато с успехом вызывает духов и даже ухитрился их сфотографировать.

То, что этот, как можно прочесть в любой английской газете, "гениальный" физик одновременно занимается спиритизмом, должно служить доказательством отсутствия противоречия между физикой и таким вздором, как потусторонний мир...

Для более объективного восприятия этой тирады следует, возможно, отметить, что написавшему данные слова Льву Ландау в ту пору было 27 лет, а Лоджу – 84. Но даже списав (на специфику тогдашней жизни в СССР) столь откровенное хамство невоспитанного юноши в адрес пожилого и достойного человека, далее все равно придется признать очевидное. Что позиция Ландау – это генеральная, абсолютно доминирующая и поныне точка зрения мировой науки на принципиально важную, но по сути никак не решенную проблему с пониманием природы нашего сознания.

Несложно сообразить, наверное, что с подобных позиций отыскать ключ к ответам на эту загадку навряд ли удастся. Отгораживая, словно забором, себя от реальности немудрыми формулами типа «Потусторонний мир – это полный вздор», исследователи по собственной воле отказываются от доступа к полной картине.

#

Теперь, когда общий исторический контекст очерчен более отчетливо, самое время перейти к рассказу о недавнем путешествии американского нейрохирурга Ибена Александра¹⁵⁶. То есть о его весьма неординарном личном опыте, который в корне изменил не только отношение врача к смерти, но и общее восприятие вселенной и жизни в целом.

С другой стороны, это такой опыт, которого по мнению науки в действительности не было – просто потому, что «этого не может быть никогда».

154]OL[

155]LL[

156]EA[

Как многим известно, в истории медицины и психологии накоплен уже гигантский объем материалов с воспоминаниями людей, переживших так называемый околосмертный опыт (near death experience или NDE). То есть критичный период, когда физический организм балансирует на грани между «жив или нет», а сознание тем временем отправляется в собственное путешествие. Случай Александера, несомненно, относится к этой же категории, но особо примечателен по ряду причин.

Прежде всего (как уже отмечалось), потому что все семь дней, пока его организм находился в состоянии глубокой комы в том же медицинском центре, где Александер и сам работал, он был под постоянным наблюдением приборов, фиксировавших – среди прочего – полное бездействие мозга.

Во-вторых, в отличие от большинства известных случаев NDE, когда при отделении души от тела люди продолжают сохранять свою «нижнюю личность», то есть отчетливое представление о том, каким конкретно человеком они являются, у Александера в путешествие отправилась «более высокая» часть сознания (что это значит, станет яснее чуть позже).

В-третьих, наконец, как внимательный ученый и просто как человек с навыками связного изложения мыслей в форме текста, Александер смог вернуться из своего путешествия вместе со множеством ценных деталей и наблюдений, дающих содержательную информацию о физических свойствах и особенностях потустороннего мира.

А поскольку все эти подробности очень гармонично и, можно сказать, эффектно дополняют общую конструкцию мира, смоделированную в данном обзоре, именно на этих моментах далее будет сконцентрировано особое внимание. Иначе говоря, рассказ доктора предлагается воспринимать как отчет об опыте полного погружения его личного сознания в «акусто-оптическую голограмму», порожденную единым сознанием вселенной.

Чуть ли не самое первое, на что обратил внимание Александер, попав в мир иной – помимо мощной визуальной картины из пушистых бело-розовых облаков на фоне густого темно-синего неба – это акустический компонент голограммы (выполняющий роль энергетической «несущей» частоты):

Некий звук, мощный и всепроникающий, словно возвышенный гимн, сходил вниз откуда-то свыше.

Попутно с акустикой в ощущениях путешественника сразу же появляется и отчетливый «гидродинамический» фон иной реальности:

Звук этот был до того ощутим и почти материален, что был словно дождь, который вы чувствуете на своей коже, но при этом она не становится мокрой.

И далее – свежие впечатления человека, еще совершенно не привыкшего к особенностям «цельного» сенсорного восприятия сознания в условиях оптоакустической голограммы:

Видеть и слышать в этом месте, где я оказался – не было отдельными чувствами. Я мог слышать визуальную красоту серебристых тел тех эфемерных существ, что носились в вышине, и я мог видеть сильное радостное совершенство тех звуков, что они пели.

А вот какими словами Александер передает эффект полного погружения своего сознания в эту голограмму:

Было похоже на то, что вы не могли просто смотреть или слушать хоть что-то в этом мире, не становясь также и частью этого – не объединившись с этим каким-то загадочным образом.

В том мире вы вообще не могли смотреть хотя бы на что-то, потому что само слово «на» подразумевает разделение, которого там не существовало. Все было вроде бы различающимся, однако при этом все было также и частью всего остального – словно богатый и переплетающийся рисунок персидского ковра... или, скажем, крыла бабочки.

Вместе с тем, как в сознание доктора приходит образ бабочки, рядом с ним появляется проводник. Для начала – в образе молодой и привлекательной женщины: высокие скулы, голубые глаза, русые косы, простая, но очень насыщенных цветов одежда пейзажника.

Образ бабочки в картине тем временем усиливается:

Когда я впервые увидел женщину, мы вместе двигались вдоль некой замысловато структурированной поверхности, в которой через некоторое время я распознал крыло бабочки. Фактически, миллионы бабочек были вокруг нас повсюду – огромные колыхавшиеся волны бабочек, ныряющих вниз в леса и возвращающихся обратно, чтобы летать вокруг нас. Это была река жизни и цвета, двигающаяся через воздух.

Пока что просто отметим этот любопытный образ для запоминания и последующего анализа (ибо любая картина подобного путешествия заведомо наполнена смыслом). А здесь перейдем к физике коммуникаций Александра с его проводницей в условиях «чистой» оптоакустической голограммы.

Не прибегая ни к каким словам, она заговорила со мной. Послание прошло через меня словно ветер, и я сразу же понял, что оно было правдой. Я просто знал это совершенно так же, как и то, что мир вокруг нас является реальным. В ее послании было три части...

(Здесь эти три конкретных фразы лучше, пожалуй, пропустить. Потому что смысл их чрезвычайно важен лишь для людей, выросших в специфической христианской культуре. В религиозную основу которой, как известно, заложена – причем отнюдь не Иисусом – концепция априорной греховности человека. Александру же сообщили что его тут любят, любили всегда и будут любить вечно, так что бояться ему совершенно нечего.)

Мы покажем тебе здесь много вещей, – сказала женщина, опять-таки не используя на самом деле эти слова, но просто направляя их концептуальную суть непосредственно в меня. – Но в конечном счете ты вернешься назад...

Тут надо напомнить один существенный нюанс. Как поясняет Александр, все это околосмертное путешествие в иную реальность совершала лишь некая часть его сознания. Та «верхняя» часть, которая оказалась способна все запомнить в подробностях по возвращении, однако совершенно отдельная от важнейших атрибутов его личности «тут» – вроде имени, возраста, профессии, места проживания и так далее. Это момент поможет лучше понять последующие коммуникации:

Хотя у меня все еще имелись какие-то языковые функции, по крайней мере в том виде, как мы думаем об этом на земле, я начал без слов вставлять свои вопросы в этот проходящий через меня поток ветра: Где находится это место? Кто я? Почему я здесь?

Каждый раз, когда я беззвучно задавал один из этих вопросов, на него тут же появлялся ответ – как взрыв света, цвета, любви и красоты, которые проносились сквозь меня словно сметающая волна. Самое главное в этих взрывах было то, что они не просто гасили мои вопросы, затопливая их своей мощью.

Они отвечали на них, но таким образом, что это превосходило возможности языка. Эти мысли проникали в меня напрямую. Но это было не так, как бывает с мыслями на земле. Они не были смутными, нематериальными или

абстрактными. Эти мысли были твердыми и конкретными – более горячими, чем огонь, и более мокрыми, чем вода.

И вместе с тем, как я получал эти мысли, я оказывался способен тут же и без малейших усилий понимать концепции, на полное постижение которых у меня ушли бы годы моей земной жизни...

Как это бывает практически со всеми, кто вернулся «оттуда» с вдохновенным и преобразованным сознанием, «здесь» Александеру не удастся с помощью привычных нам человеческих понятий передать те грандиозные идеи и концепции, которые он легко и естественно постиг «там». Доктор понимает, что у нас пока нет для этого правильных слов. Поэтому рассказывает о пережитом так, как может. В частности, и о следующем – очень важном – эпизоде с «постижением пустоты»:

Продолжая двигаться вперед, я обнаружил, что погружаюсь в невыразимую пустоту. Совершенно темную и бесконечно огромную в своих размерах, но при этом и бесконечно комфортную в своем уюте пустоту.

И дабы столь необычное состояние ощущалось человеком как абсолютно комфортное, он получает и свет, и красивого любящего проводника – причем все в одном флаконе:

Воспринимаемая как абсолютно черная, при этом пустота освещалась каким-то неясным светом. Свет этот, как мне казалось, исходил от сферы, которую я ощущал рядом с собой и которая красиво мерцала переливами, словно бриллиант. Сфера выступала в качестве своего рода «переводчика» между мною и этим гигантским присутствием чего-то такого, что со всех сторон меня окружало.

Все происходящее воспринималось так, словно я рождаюсь в более великий мир, а сама вселенная была словно гигантское космическое чрево. Мерцающая же сфера (которую я ощущал каким-то неразрывным образом связанной, или даже просто идентичной той женщине, что сопровождала меня на крыле бабочки) здесь была моим проводником в пустоте этого чрева. Пустоте, одновременно представляющей и непроглядно черной, и при этом всюду наполненной светом...

На этом интригующем моменте рассказ о путешествии доктора Александера на тот свет пора, пожалуй, завершить – отослав всех заинтересовавшихся к книге автора. А также к сотням томов аналогичной литературы с воспоминаниями от самых разных людей, которым доводилось пережить похожий опыт при иных обстоятельствах или в другие эпохи.

Книга Ибена Александера в этом длинном ряду особо примечательна по той причине, что ее автор – врач и ученый-нейрохирург. То есть современный, хорошо образованный человек с развитыми навыками критического мышления. И этот человек, обретя личный, достоверный и абсолютно убедительный для него жизненный опыт, противоречащий прежнему мировоззрению, решительно настроен отыскать на данный счет рациональное научное объяснение.

Формулируя подходчивее, очень хотелось бы получить от науки внятный ответ на простой вопрос: «Как все это понимать?»

Профессионально будучи специалистом, весьма далеким от физики, доктор осознает, конечно, что самые главные ответы на его вопросы должна дать именно это наука. Более того, почитав на данный счет кое-какие научно-популярные книжки или статьи, Александер сумел углядеть в теориях физиков некие идеи, похожие на подтверждения своему опыту, о чем пишет так:

Современная физика говорит нам, что вселенная – это единство. И что она неделима. Хотя нам представляется, что мы живем в мире разделения и

различий, физика говорит нам, что под этой поверхностью каждый объект и каждое событие вселенной полностью переплетены с каждым другим объектом и событием. И на самом деле нет никакого разделения...

Так, повторимся, это видится доктору после выхода из комы. Но на самом деле, увы, реальность физической науки пока что выглядит сильно иначе. И то, что Ибен Александер постиг о вселенной – как видим – совершенно самостоятельно, для ученых физиков еще отнюдь не стало очевидным и общепринятым.

Хуже того, мир науки пока что демонстрирует, что по-прежнему все еще не готов принять идею о существовании другой, равно важной и более великой стороны реальности – до краев наполненной единым сознанием и придающей смысл всему, что происходит «на поверхности».

Ярчайший пример этой неготовности демонстрирует недавняя публикация журнала «Scientific American», одного из наиболее уважаемых в мире научно-популярных периодических изданий (номер за апрель 2013). Этот журнал, понятное дело, не мог пройти мимо книги Александера, быстро ставшей бестселлером, и дал на нее – через постоянного колумниста-скептика Майкла Шермера – собственную рецензию.¹⁵⁷

Уже по одному названию этой рецензии, «Доказательство галлюцинации», можно понять, что в высшей степени богатый и неординарный околосмертный опыт нейрохирурга для современной науки выглядит как вполне заурядный бред больного человека. И не более того...

###

Грустным, но вполне объяснимым следствием подобной реакции на отчет врача со стороны научного сообщества стало вот что. Чуть ли не единственным местом – помимо круга ближайших родственников в семье – где к рассказам Александера отнеслись всерьез и без недоверчивых ухмылок, оказалась церковь.

То есть грустно не то, конечно, что нашлись добрые люди, отнесшиеся к преображению ученого с интересом и пониманием, а то, что доктор по этой причине зачастил к попам в храм. Где звуки органа напоминают ему о вдохновенном звучании посещенного им «рая», а разноцветные окна витражей – о ярких и глубоких цветах потустороннего мира. Иначе говоря, примерно как в известном анекдоте, человек пошел разыскивать ответы не там, где ключи потеряны, а там, где искать кажется посветлее.

Какие именно ответы на данный счет способна предложить человеку религия, известно довольно давно. Хорошо известно и то, что людей с критическим и рациональным научным мировоззрением – но без личного опыта Александера – эти ответы категорически не устраивают. (Не говоря уже о том, что конкретные официальные представители религиозных институтов сами в массе своей живут на основе принципов, которые совершенно не соответствуют основам их религии. Хотя приличных людей и там хватает. Как и повсюду, впрочем...)

Обнадеживает тут одно. Особенность текущего момента в истории науки оказывается такова, что ныне физикой и математикой накоплен уже не просто достаточный, а можно сказать избыточный комплекс материалов и инструментов для радикального обновления. Иначе говоря, для достраивания научной картины мира до более адекватной модели, объединяющей материю и сознание в одно органичное, естественно развивающееся целое.

По отдельности компоненты этой единой структуры уже изучены весьма глубоко и чуть ли не всесторонне. Физика жидких кристаллов и мембран в основах жизни биологической клетки, математические подходы к описанию работы многомерного ветвящегося сознания, теория струн для микромира как путь к постижению многомерной структуры пространства-времени в макромасштабах вселенной, гидродинамические эффекты как фундамент

оптического квантового компьютера и памяти космоса, голографическая виртуальная реальность, наконец...

Можно сказать, дело осталось совсем за малым. Научиться смотреть на все эти результаты как на разные стороны единой конструкции. И увидеть, наконец, что наука в действительности уже вполне способна давать рациональные и надежно обоснованные – то есть «естественные» – объяснения едва ли не для всех «сверх-естественных» явлений, так или иначе связанных с загадками нашего сознания.

Более того, помимо инфотехнологических основ телепатии, ясновидения и прочей парапсихологии, науке определенно есть что рассказать и о голографическом устройстве «загробного мира». Теперь уже именно ученые могут компетентно и популярно объяснить всем истово верующим, почему они после смерти и впрямь попадают в такие миры, которые описаны в их религиозных писаниях.

То есть почитающие превыше всех Иисуса там вполне реально могут оказаться в своем христианском «раю». Мусульмане – на тех «небесах», о которых написано в сурах Корана. Праведные индуисты, буддисты, иудеи и так далее имеют все шансы от души пожить в мирах блаженства, которые обещает им их религия.

Ну а приличные люди-атеисты, аналогично, имеют хорошие шансы попасть в такую реальность, которая соответствует их собственным представлениям об отдыхе, приятном почти во всех отношениях (кроме, быть может, того, что рано или поздно от непрерывного блаженства практически любого начнет тошнить и захочется перемен)...

Естественно, науке вполне по силам разъяснить и другие аспекты реальности, свойственной потусторонней жизни. В частности, и то, почему люди нехорошие – в этом мире живущие преступлениями – после смерти физического тела обретут «там» отнюдь не покой и отдых. Однако психотерапевтические аспекты небыстрого «космического самоисцеления» подобных пациентов определенно находятся за рамками настоящего обзора.

Здесь же более логично вернуться к физическим аспектам потусторонней реальности. Например, представляется полезным чуть подробнее разобрать, почему цвета того мира выглядят для нас намного более яркими и насыщенными. Ибо этот хорошо известный (от «путешественников» вроде Ибена Александера) и многократно подтверждаемый эффект имеет самое непосредственное отношение как к архетипическому образу бабочки вообще, так и, в частности, к «реке жизни из миллионов бабочек», сильно впечатлившей нейрохирурга в коме.

Люди, интересующиеся научным прогрессом, наверняка слышали, что ученые ныне все чаще и чаще вглядываются в живую природу – надеясь отыскать там вдохновение и подсказки для развития наиболее продвинутых материалов или технологий со множеством заманчивых практических приложений. Подобного рода исследования с некоторых пор обобщенно именуется «биомиметика».

Так вот, среди великого разнообразия всевозможных конструкций живой природы, особо примечательной структурой, в последние годы ставшей предметом тщательного изучения в биомиметике, является крыло бабочки.

Как поясняют этот обостренный интерес сами ученые, крылья бабочек – не всех, но некоторых из их видов – имеют целый ряд очень любопытных свойств. Эти особенности делают их крайне привлекательными для изучения среди исследователей, работающих на самых передовых рубежах оптики – от продвинутых волноводов, маломощных лазеров и нового класса дисплеев до квантового оптического компьютера и голографической памяти.

Специфика устройства бабочкиных крыльев такова, что там имеется регулярной структуры массив, образованный рассеивающими свет элементами. Благодаря такой регулярной решетчатой наноструктуре крыло бабочки всегда отражает примерно одну и ту же волну света – в независимости от того угла, под которым свет падает.



Если пользоваться терминологией ученых, то подобного рода крылья бабочек демонстрируют характеристики так называемой «структурной окраски», а не обычной «химической». Куда больше всем знакомая химическая окраска – или внутренне присущий цвет конкретного химического вещества – объясняют как рассеяние света в одном диапазоне волн и поглощение волн из прочих частей спектра. Применяемые всеми красители, скажем, имеют именно такого рода внутренне присущий им химический цвет.

Структурная же окраска устроена иначе. Когда свет – содержащий в себе все цвета спектра – падает на такой объект, то сквозь него проходят почти все длины волн, за исключением очень узкого диапазона, который отражается назад. Вот этот отраженный свет и есть тот самый цвет объекта, который мы видим. Сама отражающая решетка, по сути, является бесцветной, но поскольку диапазон отражаемых ею длин волн здесь очень узкий, то цвет получается особенно чистым, насыщенным и интенсивным.

Иначе говоря, изучая устройство крыльев бабочки, ученые установили, что рассеивающие элементы, порождающие столь насыщенные цвета – это в чистом виде натуральные «фотонные кристаллы». Совершенно замечательные свойства структур под названием фотонные кристаллы физики изучают на протяжении примерно лет уже двадцати, но по преимуществу в теории – методами математических расчетов и компьютерных моделей.

Потому что на практике речь идет о создании регулярных пространственных структур настолько мелких масштабов, к которым современные нанотехнологии только-только начинают подступаться. А вот на крыльях у бабочек именно такие фотонные кристаллы тончайшей 3D-структуры вырастают естественным образом.¹⁵⁸

Для того, чтобы стало понятнее, почему именно это направление исследований сегодня так сильно интересует и волнует ученых, можно сказать, что для оптики фотонные кристаллы – это по сути то же самое, чем оказались полупроводники для развития электроники. И даже более того.

Потому что исключительно на основе фотонных кристаллов и света, как уже установлено, можно не только реализовать принципиально важные для инфотехнологий явления полупроводимости, сверхпроводимости и оптических изоляторов, но и делать это с куда меньшими затратами энергии, и практически без выделения тепла (бич современных полупроводниковых технологий).

Но и это далеко не все. Помимо того, что новые процессоры, дисплеи и устройства памяти можно создавать на основе «твердых» фотонных кристаллов, в принципе нет препятствий и для реализации того же самого на основе жидкокристаллической среды. Причем такого рода эксперименты с жидкими кристаллами демонстрируют и определенные преимущества «жидкого» подхода.

Ну а самое примечательное, что фотонные кристаллы можно создавать и вообще без вещества – только на основе света и эффектов интерференции, порождающих в пространстве желательные структуры с соответствующим распределением энергии. На основе этой концепции, в частности, учеными уже освоен метод «трехмерной голографической литографии» – что позволяет «материализовать» в веществе (полимерный фоторезист) чисто оптическую голограмму фотонного кристалла нужной конфигурации.

Рассматривая эти результаты в общем контексте «голографической вселенной» несложно сообразить, наверное, что подобные эксперименты, по сути дела, это еще и моделирование так называемых морфогенетических процессов. То есть того, как саморазвивающееся голографическое сознание формирует и структурирует окружающую нас «твердую» реальность.

В этом же контексте следует также упомянуть и еще одно важное направление экспериментов – управление свойствами и характеристиками фотонных кристаллов. Делается это либо с помощью звука (фонон-фотонные кристаллы), либо через внешние воздействия магнитным полем (магнито-фотонные кристаллы).

Иначе говоря, переводя всю эту физику оптических схем в термины функционирования памяти, распознавания образов и принятия решений, можно выстраивать вполне конкретные модели для работы голографических структур нашего сознания. А также, ясное дело, и сознания любых других форм материи. Вплоть до элементарных схем «естественного интеллекта» у атомов и молекул.

С идеей естественного интеллекта оказывается неразрывно связана идея древовидной «естественной иерархии», рассмотренная ранее в разделе про *p*-адические числа. Ибо – с математической точки зрения – важнейшей особенностью любой формы сознания в природе является ее неременная «встроенность» в какую-то более общую (и естественно, «более мудрую») структуру из ветвей следующих уровней.

В коллективном сознании человечества для передачи и постижения этой идеи давным-давно наработан, конечно же, и соответствующий архетипический символ – образ птиц, сидящих на ветвях дерева жизни. Но только птиц далеко не простых...

(62)

В достопамятном сне Вольфганга Паули, известном как «Великое видение о Часах Мира»¹⁵⁹, имеется одна важная деталь, которая по некоторым причинам ранее здесь практически не упоминалась.

Опущенным прежде элементом является «большая черная птица», поддерживающая всю ту причудливую конструкцию, что одновременно и мощно вдохновила, и сильно озадачила сновидца. Более того, замысловатое устройство часов осталось непостигнутой тайной не только для самого Паули, но и для его куда более искушенного в подобных вещах друга, Карла Густава Юнга.

Не упоминался же именно этот фрагмент картины по той причине, что как раз с ним – с интерпретацией символа птицы в сновидениях – у Юнга абсолютно никаких проблем не было.

*

На протяжении всей известной нам истории человечества, образ крылатой птицы символизировал дух, одухотворенность, сверхъестественную поддержку потусторонних сил, либо просто свободу разума, полет мысли и фантазии.

Ну а кроме того, в фольклоре и мифологии народов планеты символ птицы очень часто используется для изображения души человека. Дабы подчеркнуть человеческую природу именно такого рода птиц, в искусстве Древней Греции и Древнего Рима, к примеру, их нередко рисовали с человеческой головой.

Хотя человекоподобные птицы-души встречаются и во множестве других культур, искусство Эллады и Рима, скорее всего, позаимствовало эту традицию от близкой им географически, но куда более древней цивилизации Египта.

В системе весьма нетривиальных представлений древних египтян об устройстве мира и человека, одну из самых замысловатых конструкций представляла собой человеческая душа. Как комплекс из множества вложенных друг в друга компонентов разной функциональности – что-то вроде куклы-матрешки, одухотворенной высшим разумом.

*

Разбирать подробности этой любопытной конструкции здесь явно не место, однако абсолютно необходимо подчеркнуть два важнейших компонента египетской души, в совокупном единстве обеспечивавших ей бессмертную жизнь во веки веков. Одну часть зовут Ба, вторую Ах, а обе они изображаются в виде птиц.



Более близкая египтянину душа Ба трактовалась как средоточие его человеческой личности, изображалась в виде птицы с головой человека и покидала физическую оболочку после смерти, в надежде соединиться с Ах.

Что же касается Ах, то эту наивысшую часть души трактовали как сияющий «чистый разум» или персональную божественную сущность, что живет сама по себе и наполняет всякую жизнь смыслом. Собственно название сущности, «Ах», происходило от понятия «сверкать», «блистать», «светиться».



Праведно жившая Ба могла счастливо воссоединиться с космической мудростью Ах, которую изображали «просто птицей» – ибисом. Но подобный финал жизни, насколько можно судить, всегда считался событием крайне редким. Что же касается душ обычных людей, то они, покинув тело и пройдя «суд богов», расселялись по разным уровням потустороннего мира, Дуата, описанного в сакральных текстах египтян весьма подробно.

Для физико-математического анализа этой конструкции особо примечательным является вот какой момент. В представлениях египтян, отдельные Ба могли сливаться друг с другом в единую духовную сущность. Например, когда в их текстах говорится о Ба не человеческого существа, а какого-либо из их богов, то принято употреблять форму множественного числа – Бау.

То есть душа египетского божества содержит в себе «много Ба». В контексте голографического устройства вселенной это весьма существенный нюанс.

*

Для логичного продолжения и развития этой темы – «о птицах и голографии» как аспектах устройства души мира – теперь удобно перейти к притчам суфизма, мистического направления в философии мусульман.

Хотя исторически ислам возник и сформировался, бесспорно, на базе священных текстов иудеев и христиан, однако культурно-мистические корни этой религии простираются куда глубже и шире.

В частности (хотя в европейской истории об этом упоминают не часто), факты таковы, что именно благодаря исламским библиотекам и ученым удалось сохранить многое из того гигантского культурного наследия античности, что методично уничтожалось христианскими фанатиками в эпоху средневекового мракобесия.

Но здесь, впрочем, речь идет совсем о другом. О том, сколь любопытное воплощение получила извечная идея о единстве мира в творчестве исламских мистиков-суфиев.

Ярчайший тому пример – аллегорическая история о поисках царя птиц Симурга, рассказанная в поэме «Мантук-аль-Тайр» персидского суфия XIII века Фарид-ад-Дина Аттара по прозвищу Химик. Название поэмы Аттара переводят по-разному: «Беседа птиц», «Парламент птиц», иногда даже «Логика птиц». Важнее всего, однако, содержание притчи.

Однажды узрев великолепное перо, что обронил в их краях Симург, птицы решают отыскать его и сделать своим царем, устав от бесконечно раздирающих их раздоров и распрей. Но не так-то легко отправиться в дальнейшее путешествие, коль скоро каждая из птиц крайне привязана к привычной жизни – кто к своему болоту, кто к своим руинам, а кто к своей клетке.

Но как бы там ни было, птицам удается таки договориться и они отправляются в путешествие. Приключение оказывается весьма непростым, по пути искателям приходится преодолеть семь рубежей – долин и морей, – кто-то из них дезертирует, кто-то погибает.

В итоге же, наконец, три десятка самых настойчивых добираются до горы Каф, где обитает Симург. Наконец-то они воочию увидели своего царя. И вот тут-то птицы вдруг постигают, что они сами – это и есть Симург. Каждая из них в отдельности и все они разом...

*

Дабы более доходчиво пояснить этот весьма тонкий, но чрезвычайно важный момент мистического озарения – постижение полной тождественности части и целого – далее удобно обратиться к священным текстам и философии индуизма. Конечно же, в контексте птиц – как символов души.

Среди большого массива священных текстов, обобщенно именуемых Веды, часть под названием Упанишад принято считать наиболее важной, поскольку в них изложена основная суть сакрального знания. По этой же причине другим названием Упанишад является «веданта», то есть «конец, завершение Вед».

Что же касается смысла самого слова «упанишад», то согласно традиции его принято толковать как «удаление невежества посредством знания о высшем духе». Или, как попроще выразился самый авторитетный комментатор этих текстов, древний мудрец Шанкара, слово означает «то, что разрушает невежество».

Одним из наиболее древних текстов этого комплекса считается «Мундака-упанишад», которую – как принято полагать в традиционных представлениях индуизма – поведал своему сыну Атхарве сам творец вселенной Брахма. Для нас же в данный момент особо интересен следующий фрагмент этого «руководства по разрушению невежества»:

Две птицы, соединенные вместе, друзья, сидят на одном и том же дереве. Одна из них поедает сладкую ягоду, другая лишь смотрит, не поедая. На том же дереве – человек, погруженный в горести мира, ослепленный, скорбит о своем бессилии. Когда же обретает он зрение – то освобождается от скорби... Став сведущим, стряхнув с себя добро и зло, незапятнанный, он достигает высшего единства...

В необъятной философии индуизма, развиваемой тысячи лет, каждая из этих двух птиц на дереве, естественно, давно изучена и тщательно описана. Одну из них, «поедающую ягоду», именуют Джива, а вторую принято называть Атман.

Слово Джива происходит от санскритского корня «джив» – дышать. В родственном русском языке тот же самый корень у слова «живой», а у индусов понятием «джива»

обозначается всякое живое существо вообще, и в частности – бессмертная сущность всякого живого организма (человека, животного, растения и т. д.), которая продолжает жить после смерти физического тела.

Словом же *А́тман* принято обозначать иной, высший или «космический» аспект бессмертной души человека. Эта вечная духовная сущность, высшее Я, познается людьми после «прозрения» или Пробуждения, когда они осознают себя и свое существование как «Атма», что нередко переводят как «я не это, я ТО». Вместе с осознанием приходит и понимание того, что Атман тождественен множеству высших «Я» всех живых существ в мире – то есть Брахману...

*

В философии буддизма, выросшей из корней традиционной индийской религии, по некоторым причинам идея «космического» Атмана, парящего выше добра и зла, была отвергнута, дабы заменить ее более приземленной концепцией «природы Будды», потенциально присущей сознанию каждого человека.

Для нас, однако, во всей этой истории важны не столько тонкие нюансы конкурирующих философий, сколько единые физико-математические аспекты общей картины. В частности, древние мифорелигиозные предания как правило сосредоточены на собственно «птицах души и разума», в то время как не менее важная структура дерева, на котором птицы сидят и кормятся, остается почти не исследованной.

По этой причине самое время вспомнить о примечательной, недавно появившейся книге¹⁶⁰ в тему – от весьма авторитетного математика Дэвида Мамфорда и еще двух его коллег. Работа носит довольно необычное для математической книги название «Ожерелье Индры. Видение Феликса Клейна» и посвящена она вот каким вещам.

Феликс Клейн, один из великих математиков XIX столетия, в весьма раннем возрасте выдвинул знаменитую ныне Эрлангенскую программу, направленную на сведение всех разрозненных ветвей геометрии в единую и цельную структуру.

На протяжении десятилетий целенаправленно работая над воплощением этой программы, к концу века Клейн сумел осуществить замечательный синтез, обнаружив поразительные связи между идеями из совершенно различных и далеких друг от друга областей математики.

Более того, новаторские подходы Клейна к объединению геометрии на основе расширенного понимания симметрии не только оказали значительное влияние на развитие физики XX века, но и во многом опередили свое время. Важные следствия его работы ученым удалось понять лишь почти столетие спустя, когда были освоены компьютерные исследования в области детерминированного хаоса и фрактальной геометрии.

В частности, когда с начала 1980-х годов в науке с подачи Бенуа Мандельброта пошла волна увлечения вычислительными экспериментами на основе компьютерной графики, Дэвид Мамфорд особо заинтересовался в этой связи наследием Феликса Клейна.

Среди множества интересных открытий Клейна еще в XIX веке были известны его математически строго рассчитанные рисунки, получаемые бесконечным повторением простых отражений относительно окружностей. Удивительные в своей красоте узоры рождались как нарастающее число симметричных искажений, вызывающих быстрое сжатие исходной композиции.

Преобразование (именуемое отображением Мебиуса) действовало так, что в конечной области умещалось бесконечное число бесконечно сжимающихся и сгущающихся плиток. Итоговые же картинные таких преобразований походило на своего рода математическое чудо, зачарован которым в первую очередь оказался сам Феликс Клейн.

Особую же притягательность чуду, как это часто бывает, придавала загадочная тайна. Многие из подобных объектов, возникавших в ходе исследований, оказывались настолько сложны, что Клейн был вынужден констатировать «отказ воображения»:

Вопрос в том... каково будет положение предельных точек. Несложно ответить на него с чисто логической точки зрения. Однако когда мы пытаемся мысленно представить себе результат, воображение, кажется, полностью отказывается.¹⁶¹

После этих слов становится более понятным, наверное, что когда в распоряжении у математиков появился персональный компьютер, предоставивший возможности для вычислений в немислимых прежде масштабах, то вскоре вспомнили и о давней загадке. Как пишет в предисловии к их книге Мамфорд, соблазн воспользоваться современной компьютерной графикой, чтобы воочию увидеть «совершенно невообразимые» замощения Клейна, был непреодолим...

*

За последние десятилетия в ходе исследований в самых разных областях физики было установлено, что клейновские замощения оказываются непосредственно связаны с современными идеями о поведении хаотических самоподобных систем, наблюдаемых и в статистической механике, и при исследованиях фазовых переходов, и при изучении турбулентности в жидкостях и газах.

Важнейшим отличием клейновых структур от хаотических физических систем является то, что в физике самоподобное поведение порождается случайными возмущениями, а в работе Клейна оно подчиняется простым и строго детерминированным законам.

Красиво объединить эти вещи помогло великое математическое открытие, сделанное с помощью компьютера и получившее название фрактальная геометрия. Компьютерная графика позволила исследователям воочию увидеть, что совсем простые, в сущности, математические соотношения при бесконечных их повторениях-итерациях порождают чрезвычайно сложное поведение системы, одновременно предсказуемое и хаотическое – так называемый детерминированный хаос.

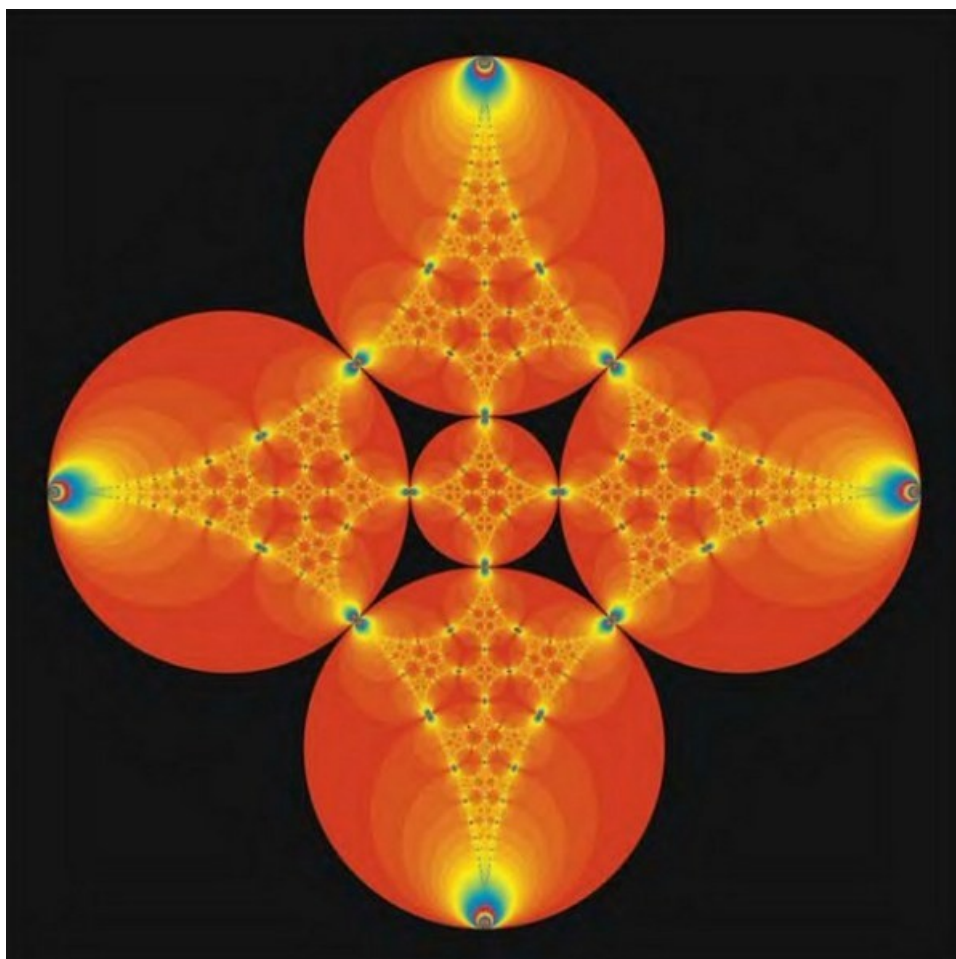
Для многих физических явлений новые математические подходы позволили выстраивать более точные модели, нежели классические специальные функции. При этом важно подчеркнуть, что одной из отличительных черт хаотических явлений оказывается самоподобие – когда структуры, наблюдаемые в целом, бесконечно повторяют себя во все меньшем и меньшем масштабе.

Книга Мамфорда посвящена всего лишь одному и довольно узкому, казалось бы, направлению исследований – с помощью компьютера изучается **семейство исключительно симметричных форм, которые возникают при взаимодействии двух спиральных движений весьма особенного вида.**

Конкретно данные формы, однако, были выбраны исследователями отнюдь не случайно. А по той причине, что именно они своей красотой и сложностью заворожили в свое время великого геометра Феликса Клейна, мечтавшего понять, как это выглядит «в пределе».

Исследования подтвердили, что в любом масштабе – от самого большого и до микроскопически маленького – эти формы представляют собой сложные фрактальные структуры. Иногда взаимодействие двух спиральных движений вполне регулярно, иногда оно совершенно беспорядочно, но при некоторых значениях параметров – и это самый интересный случай – его структура формируется слой за слоем, балансируя на самой грани хаоса.

Выстроив же с помощью компьютера итоговый рисунок фрактала – предельное множество одной из симметричных итеративных процедур Клейна – исследователи, покоренные красотой результата, не смогли удержаться и дали ему возвышенно-поэтическое название «сияющий предел».



Всякая часть любой из таких фрактальных структур содержит в себе суть целого. Опираясь на популярно написанную книгу Мамфорда, любой грамотный пользователь компьютера ныне может написать программу, позволяющую все сильнее и сильнее увеличивать произвольный фрагмент изображения, и наблюдать все ту же кружевную структуру, повторяющую себя на все более и более тонком уровне – демонстрируя миры внутри миров внутри миров и так далее...

*

Как это часто бывает с глубокими и вдохновенными исследованиями, на каком-то из этапов своей работы ученые как бы случайно наткнулись на весьма древний образ, поразительно созвучный их собственным результатам.

Образ этот носит название «сеть Индры» и, можно сказать, пронизывает собой весьма известное у буддистов произведение под названием «Аватамсака-сутра» – один из богатейших и наиболее сложных текстов дальневосточного буддизма школы Хуаянь.

В переводе на русский язык соответствующий фрагмент сутры выглядит примерно так:

В небесах великого бога Индры есть, говорят, гигантская и мерцающая сеть, тоньше чем паутина, протянувшаяся до самых отдаленных краев пространства. В каждом из пересечений прозрачных нитей этой сети находится отражающая мир жемчужина. Поскольку сеть бесконечна в своей протяженности, количество жемчужин бесконечно огромно.

В блистающей поверхности каждой жемчужины отражаются все прочие жемчужины, даже те, что находятся в самых отдаленных уголках небес. А в каждом таком отражении вновь отражается все бесконечное множество других жемчужин. И таким образом процесс отражения в отражениях продолжается без конца...

Как комментируют это открытие сами исследователи, они обнаружили, что вся математическая конструкция Клейна, включающая одинаковые структуры, бесконечно повторяющиеся друг в друге во все уменьшающемся масштабе, удивительным образом воспроизводит философию и образы «Аватамсака-сутры».

Несколько углубившись в наследие восточной мудрости, математики обнаружили следующий комментарий¹⁶² к соответствующему фрагменту:

В школе Хуаянь очень любят этот образ, неоднократно упоминающийся в текстах школы; он символизирует космос, в котором между всеми его элементами есть бесконечно повторяющиеся связи. Считается, что подобная взаимосвязь выражает одновременно взаимное тождество и взаимную обусловленность.

И еще один комментарий¹⁶³ от другого сведущего эксперта по буддизму:

Таким же образом каждый объект в мире есть не просто он сам, он включает в себя любой другой объект и по существу является любым другим объектом.

Подводя своего рода итог этому удивительному параллелизму, Дэвид Мамфорд говорит об открытии так:

В [нашей] книге нет никаких религиозных мотивов, однако поразительно, насколько точно наши математические построения воспроизводят древнюю буддистскую метафору сети Индры, спонтанно создающей отражения внутри других отражений, бесконечную череду миров внутри других миров...¹⁶⁴

(63)

Книга математиков Мамфорда, Райта и Сирис «Ожерелье Индры. Видение Феликса Клейна» вышла из печати в 2002 году. Ровно за тридцать лет до этого, в 1972, свою первую статью о глубоких и выразительных параллелях между древним восточным мистицизмом и современной физикой опубликовал молодой и никому в ту пору неведомый ученый-теоретик Фритьоф Капра.

Статья его вышла под названием «Танец Шивы. Взгляд индуизма на материю в свете современной физики»¹⁶⁵. Чуть позже космический танец Шивы стал ключевой метафорой в «Дао физики» – дебютной книге Капры, впервые опубликованной в 1975, а к сегодняшнему дню общеизвестной во всем мире, переведенной на десятки языков, с суммарными тиражами, исчисляемыми семизначными цифрами и по сию пору издаваемой в самых разных странах планеты.

Конечно же, и задолго до Капры многие видные теоретики, обладавшие достаточной эрудицией, не раз подмечали удивительное созвучие нетривиальных концепций новейшей физики с идеями индуизма, буддизма и даосизма. Однако Фритьоф Капра сумел не только собрать эти разрозненные наблюдения, но и сложить их в такую единую картину,

162]FC[

163]CE[

164]MD[

165]CF[

которая с годами не только не устаревает, но скорее обретает все большую четкость и убедительность.

*

Поскольку современная наука по сию пору не имеет внятных представлений о том, каким образом в головах исследователей рождаются выдающиеся идеи и концепции, будет полезно упомянуть здесь довольно специфические обстоятельства, подтолкнувшие Капру к его междисциплинарным изысканиям и написанию столь удачной книги. Вот как рассказывает об этом сам автор в предисловии к своей работе.¹⁶⁶

Однажды летним полднем он сидел на берегу океана, наблюдая за равномерным накатом волн и ощущая ритм своего дыхания. И вот тут – совершенно неожиданно для самого себя – Капра вдруг мощно осознал все окружающее как участвующее в одном гигантском космическом танце.

То есть как физику ему, конечно, и раньше было отлично известно, что песок и скалы, вода и воздух – все это вокруг состоит из непрерывно вибрирующих молекул и атомов. Однако в новом опыте осознания содержалось нечто совершенно иное.

Теперь Капра ощутил все это непосредственно: он как бы «увидел» исходящие из космоса каскады энергии, в которых частицы порождались и разрушались в ритмических пульсациях; «увидел» атомы элементов и атомы своего тела, участвующие в космическом танце энергии; он почувствовал ритм и «услышал» звук этого танца. И он точно знал, как это все называется – это был танец Шивы Натараджи, или Владыки Танца, которого почитают индусы.



Каноническое изображение Шивы Натараджи, явно оформившееся уже в бронзовых скульптурах X-XI века, ныне считается наиболее выразительным и емким символом индуизма, представляя Шиву как энергию и жизнь всего сущего.

Символ Натараджи, как поясняет традиция, был выбран потому, что в танце творение неотделимо от творца, ибо танец и танцор составляют одно целое. Иначе говоря, танец Шивы – это танец всего, что есть в космосе, ритмические и согласованные движения во всем.

Особо необходимо отметить, что образ Натараджи – это далеко не только изящный символ единства всего сущего, но также еще и сложная пиктографическая аллегория, все элементы которой шифруют весьма глубокие идеи.

Верхняя правая рука Шивы держит символ творения – дамару, т.е. барабан в форме песочных часов. Принято считать, что этот барабан издает Паранаду или «первичный звук», обеспечивающий пульс вселенной, ритмы и циклы творения.

Противоположная рука Натараджи, т.е. верхняя левая, держит на ладони языки пламени – символ разрушения, растворения или поглощения вселенной в конце каждого большого цикла, Махаюги. Таким образом, в симметричном расположении двух верхних рук иллюстрируется принцип сбалансированного противопоставления актов творения и разрушения.

Пара нижних рук Шивы, напротив, демонстрирует отчетливо выраженную «левую» асимметрию. Правая нижняя рука делает своей открытой ладонью жест «абхайя-мудра», что буквально переводится как «без страха» или «не бойся», а левая нижняя рука переведена вправо и указывает на поднятую и занесенную тоже вправо левую ногу – что трактуется как «ануграха» или милость откровения, дарующего знания и освобождающего человека от циклов рождений-смертей.

Символом же другого состояния – человеческого неведения из-за лени и безразличия – в этой аллегорической картине выступает распростертый карлик Апасмара или «демон невежества», на спине которого стоит правая нога танцующего Шивы.

Кольцо из огня и света, обрамляющее композицию в целом, обозначает поле танца Шивы как всю вселенную. Но при этом основание в форме лотоса, на котором стоит скульптура, указывает на сердце и сознание каждого человека – как вместительнице всей необъятной вселенной...

В заключение этого краткого описания можно повторить слова одного из искусствоведов-индологов:

Если бы понадобился единственный образ, представляющий экстраординарно богатое и сложное культурное наследие Индии, то Шива Натараджа мог бы стать наиболее подходящим для этого кандидатом.

*

Для всякого внимательного читателя уже ясно, наверное, что образ космического танца Шивы – это, можно сказать, философско-поэтическое описание той же самой модели мира, что ранее была представлена здесь в физико-математических терминах и понятиях, а теперь – в антропоморфной форме индуистского божества.

Если же идея непосредственного соответствия картин все еще остается для читателя мутной и отнюдь не очевидной, то полезно чуть подробнее разобрать некоторые из главных деталей образа Натараджи, принципиально важных с точки зрения физики. В первую очередь интересен барабан дамару, широко применяемый в религиозной музыке индуизма и тибетского буддизма.



Дамару представляет собой небольшой двухмембранный ударный инструмент, играют на котором с помощью лишь одной руки. Корпус барабана делают из дерева в форме песочных часов – два конуса со сходящимися вершинами и с основаниями, обтянутыми кожей.

Для того, чтобы при двух мембранах исполнителю было достаточно только одной руки, конструкция ударного механизма реализована так. Удары по мембранам наносятся парой бусин, находящихся на концах кожаных полосок, которые другим концом привязаны к узкой «тали» барабана. Когда барабан вращают в руке в одну и другую сторону попеременно, бусины поочередно ударяют то в одну, то в другую мембрану барабана.

А теперь вспомним суть физики в реконструированной здесь ранее «модели мира»: две мембраны, постоянно подпитываемые энергией лишь с одной стороны; сдвоенная структура частиц в форме конуса – с широким основанием-протоном и точечной вершиной-электроном; и конечно же, постоянные перескоки частиц с одной мембраны на другую.

Сопоставляя ключевые детали конструкции с устройством дамару, невозможно не увидеть, что все эти идеи закодированы в устройстве барабана танцующего Шивы. Включая даже такой нюанс, как постоянный переворот хиральности или топологического заряда частицы в каждом такте вселенной (барабан вращают строго попеременно в обе стороны).

В ритуалах индуизма принято считать, что дамару – это барабан с совершенно особой, духовной энергией воздействия, поскольку он озвучивает Паранаду, сам первозвук вселенной. Более того, согласно преданию, и язык священной мудрости индуистов, Санскрит, изначально был передан людям в ритмах звуков, издаваемых дамару...

*

Кстати говоря, относительно передачи знаний через вибрации барабанной мембраны имеется еще одна, куда более современная, достоверная и в то же время весьма поучительная история.

Ричард Фейнман, выдающийся физик-теоретик XX столетия, в отличие от многих других своих знаменитых коллег, вроде Бора, Шредингера или Оппенгеймера, никогда не отличался интересом ни к древнему восточному мистицизму вообще, ни к культуре и философии индуизма в частности.

Но при этом Фейнман всегда был очень неравнодушен к барабанам, сам был весьма недурным исполнителем на ударных инструментах и коллекционировал записи с ритмами народов планеты.

В молодые же годы, работая над созданием атомной бомбы в довольно скучных условиях засекреченного Лос-Аламоса, физик развлекался тем, что по ночам, бывало, один уходил с индейским бубном в лесок неподалеку и там, под луной и звездами, вдохновенно отдавался шаманским танцам и песнопениям...¹⁶⁷

Много лет спустя, когда в США готовилось к печати самое первое издание «Фейнмановских лекций по физике», редакция издательства поинтересовалась у автора, что бы он хотел видеть на обложке своей работы. Следует отметить, что дело происходило в начале 1960-х годов, когда в науке физике (несекретной, по крайней мере) еще и речи не было о концепции вселенной как мира на мембране. Однако Фейнман в качестве обложки почему-то заказал картинку, отсылающую именно к этой идее.

Если чуть конкретнее, то ученый предложил изобразить на обложке барабан, на мембране которого под действием вибраций появляются математические графики и диаграммы, иллюстрирующие действие физических законов...

Ныне остается только предполагать, к каким открытиям и свершениям могла бы подтолкнуть эта выразительная обложка-подсказка последующие поколения ученых, коль скоро «Фейнмановские лекции» довольно быстро стали в мире своего рода эталоном учебного курса по физике. Но ничего подобного, увы, не произошло.

По причинам, оставшимся неизвестными, редакция проигнорировала пожелание автора и выпустила его лекции с самой простой красной обложкой и без всяких рисунков. Ну а дабы обозначить внимание издательства к идеям автора, в предисловии поместили довольно нетипичную фотографию ученого – где он снят играющим на барабанах.¹⁶⁸

*

Абсолютно достоверно известно, что Ричард Фейнман в силу особенностей своего характера уделял чрезвычайно большое внимание графической символике. Например, собственную машину он отдавал в мастерскую для специальной окраски, чтобы ему нанесли на борта «фейнмановские диаграммы». То есть одно из самых важных научных достижений физика, которое благодаря мощной графической компоненте стало как бы его авторской подписью.

Поэтому не приходится сомневаться, что если Фейнман задумал поместить на обложку своего монументального труда некий необычный рисунок, то он делал это отнюдь не случайно. Но вряд ли мы когда-нибудь узнаем, почему ученый не только смирился, когда его пожелание проигнорировали, но и никогда впоследствии уже не пытался реализовать свой замысел – несмотря на переиздания и гигантскую популярность «Фейнмановских лекций» в мире.

Проводя несколько неожиданную, быть может, для кого-то параллель, примерно так же мы почти наверняка уже не узнаем и причину того, почему другой нобелевский лауреат-физик, Вольфганг Паули, вдруг резко свернул работу над величайшим открытием своей жизни, впал в сильнейшую депрессию и вскоре умер от быстротечного рака.¹⁶⁹ (Фейнман, кстати, в соответствующий период также заболел раком, но к счастью болезнь удалось вылечить – на некоторое время.)

Нет смысла гадать, что за драмы происходили в те моменты жизни в умах и сердцах великих ученых. Но в этой связи определенно есть смысл вспомнить об одном из друзей Вольфганга Паули, выдающемся математике по имени Хайнц Хопф.

Как соседи и приятели, Хопф и Паули, можно напомнить, любили бродить-беседовать в пригородных лесах Цюриха, обсуждая разные философские и научные проблемы. При разговорах этих, ясное дело, никто больше не присутствовал, но практически наверняка можно гарантировать, что одной из тем их горячего обсуждения непременно была и вот такая.

По воспоминаниям коллег и студентов, Хайнц Хопф часто задавал им один и тот же провокационный вопрос: «Представьте, что вам предложили – в качестве подарка – решение всех математических проблем. Но только при единственном условии, что вы никому об этих решениях не расскажете. Вот вы приняли бы такой подарок?».¹⁷⁰

168]FL[

169 [1C]

170]BE[

Лично для Хопфа, как известно от его окружения, ответ на подобный вопрос был совершенно однозначным: «Нет, никогда и ни за что». Но вот что касается его друга Паули (а также, вероятно, и Ричарда Фейнмана, и Джона фон Неймана, и ряда прочих выдающихся ученых с большими связями в кругах секретной науки ВПК США), то тут с ответом на вопрос далеко не все так однозначно...

*

Важнейшим ключом к той загадке, что скрывается за историей о главном и необъявленном открытии Вольфганга Паули, является фраза из его открытки к старому другу Вернеру Гейзенбергу: «Раздвоение и уменьшение симметрии – вот где собака зарыта!»...

Возвращаясь к богатому символизму Шивы Натараджи, пора отметить, что помимо отчетливо выраженного «раздвоения вселенной» в образе двух-мембранного барабана дамару, вся картина Космического Танца явно подчеркивает несимметричность композиции.

Для того, чтобы стало понятнее, почему выразительно асимметричный перенос левой руки и левой ноги Шивы на правую сторону так важны с точки зрения физики (а также для попутного раскрытия некоей ужасной государственной тайны, ясное дело...), полезно сразу отметить, что асимметрия – это первый признак условий для перемещения энергии в неравновесной системе. А затем напомнить одну странную историю. Или сюжет о поразительной слепоте человека, придавленного собственными догмами.

Все мало-мальски грамотные люди наверняка наслышаны, что в замкнутой физической системе вечный двигатель невозможен. Но при этом наука физика не имеет абсолютно ничего против того, что водяное колесо, погруженное в речной поток, может крутиться по сути дела вечно – пока не отвалятся лопасти или не слетит ось. С таким «вечным двигателем» у науки полный порядок – ведь в этом случае энергия поступает в систему извне.

А теперь задайте любому ученому физики наивный вопрос: откуда берется та неисчерпаемая энергия, что обеспечивает осцилляции и вечное вращение всех частиц – как вокруг их собственной оси, так и по орбитам внутри атома?

Хотя в школах и университетах этому не учат, правда заключается в том, что современная наука не имеет ни малейшего понятия о происхождении и природе энергии, обеспечивающей этот нескончаемый космический танец.

И если в замкнутой системе атомов или частиц вечный двигатель невозможен, но при этом совершенно очевидно, что вечное движение имеется, то несложно постичь, наверное, как выглядит простое и естественное разрешение этого парадокса.

Наблюдаемая нами вселенная не является замкнутой физической системой. Она постоянно подпитывается энергией извне, благодаря чему живут и функционируют не только все частицы материи, но и повсюду происходят процессы самоорганизации, свойственные диссипативным (рассеивающим энергию) системам на грани порядка и хаоса.

Но из этого почти самоочевидного факта естественным образом следуют такие выводы, сделать которые людям оказывается чрезвычайно непросто.

Во-первых, прежде всего, это означает, что все мы в буквальном смысле сидим на источнике даровой, в принципе неисчерпаемой и абсолютно чистой энергии.

Во-вторых, чтобы начать ее получать в любой точке пространства, достаточно лишь чуть-чуть внимательнее присмотреться, как черпают эту энергию для своего танца частицы материи. Все ответы у природы давно имеются – надо лишь задаться правильными вопросами.

Ну а в-третьих – судя по глухим умолчаниям, десятилетиями окружающим некоторые любопытные физические феномены вроде васцилляции Хайда – кое-кто в секретных научных лабораториях уже давным-давно подобными источниками даровой энергии располагает. Вот только делиться этим счастьем с остальным человечеством им, похоже, абсолютно не хочется...¹⁷¹

*

Разбираться с тем, насколько далеко сумела уйти глубоко засекреченная наука США относительно результатов открытой мировой науки – это дело, может, и интересное, но при отсутствии достоверных фактов совершенно пока бессмысленное.

Куда больше смысла видится в том, чтобы самостоятельно двигаться дальше – к полному объединению сознания и материи. Без предрассудков опираясь как на опыт открытых научных исследований, так и на прозрения древних религий.

Для полноты картины в этой связи полезно хотя бы немного упомянуть о «физических аспектах мира» в религиозных представлениях коренных народов Центральной Америки. Как и во всех прочих религиях мира, древние тольтеки, ацтеки, майя и прочие народы доколумбовой Америки отождествляли силы и явления природы с различными антропоморфными божествами и/или птицами-животными.

Здесь же интерес представляют отличительные особенности трех (когда требуется, то четырех) главных божественных братьев, известных под именами Кецалькоатль, Тескатлипока и Уицилопочтли (плюс Шипе Тотек, если нужен четвертый персонаж).

Наиболее известный из этих богов, Кецалькоатль или «Пернатый змей» в дословном переводе, – это неперемный культурный герой всякой мифологии, давший людям знания, ремесла и все остальное, что требуется для превращения диких племен в цивилизацию. О таких героях человечества следует говорить отдельно и подробнее в другом месте.

Образ другого бога, по имени Тескатлипока или «Дымящееся зеркало», непосредственно связан с сотворением мира, по своим функциям ближе всего образу Шивы индусов, поэтому одновременно выступает то в гневных, то в благодетельных ипостасях – как сама природа.



171 Подробности см. тут: [\[43\]](#) [\[46\]](#) [\[53\]](#) [\[56\]](#) [\[67\]](#)

Одна из важнейших особенностей образа Тескатлипоки – его подчеркнутая асимметричность: у бога есть только левая нога, а вместо второй, правой ноги изображали либо зеркало, либо змею. Важная космическая роль зеркала и общее представление о вселенной как о «зале зеркал», можно напомнить, характерны для буддийской школы Хуаянь¹⁷², а в современной науке – для додекаэдрической модели Ж.-П. Люмине и Джеффри Уикса.¹⁷³

Другой брат и часто двойник-сотоварищ Тескатлипоки – это бог Уицилопочтли, несколько неожиданное имя которого переводится как «Колибри-левша». То есть уже в самом названии божества закодированы и левая асимметричность природы, и отсыл к двухкрылой птице вообще, и к необычной способности колибри зависать в воздухе, в частности.

Хотя имелся еще и четвертый брат Шипе Тотек (чье имя лучше расшифровывать в другом месте), почитавшие их народы в процессе синкретизации своих богов без особых проблем сводили всех братьев к четырем ипостасям одного божества. Которого обобщенно именовали Тескатлипокой, а его разные персонификации **различали по цветам (Черное, Синее, Красное и Белое “Дымящиеся Зеркала”)**, связывая каждую из ипостасей с соответствующими сторонами света и временами года.

Характерной особенностью в образе всех четырех братьев, сотворивших мир, было то, что на груди у каждого висело **подвешенное с помощью ленты круглое кольцо** – или «**символ вечности**» и замкнутости пространства-времени.

В этой связи, дабы наглядно соотнести символизм древней религии с историей современной физики, можно напомнить «Великое видение о Часах мира» Вольфганга Паули¹⁷⁴. А заодно декодировать последнюю нерасшифрованную деталь этого сна.

Горизонтальный круг циферблата в часах вселенной был разбит на **четыре сектора**, каждый из которых имел **собственную окраску. В каждом из секторов** стояло по человеку, державшему **маятник – символ вечного хода часов мира...**

И еще один – топологический – нюанс в ту же тему. В развитой додекаэдрической модели вселенной, представляющей конструкцию космоса в виде сдвоенного футбольного мяча, есть одна специфическая особенность. Две вложенных друг в друга поверхности римановой сферы топологически эквивалентны одной поверхности тора благодаря тому, что в конструкции «мяча» имеются **четыре отверстия-стяжки – или «четыре стороны света»** – обеспечивающие единство (т. е. единую поверхность) раздвоенного мира...¹⁷⁵

*

В попытках перевернуть все те познания о природе мира, что древние мудрецы обретали без всяких формул – просто так, путем медитаций и размышлений, – современным ученым непременно захочется выдвинуть какие-нибудь возражения. Типа того, что «может и были среди них умные люди, конечно, однако посмотрите, во что это все выливалось в итоге – одно религиозное мракобесие да кучи трупов в кровавых жертвоприношениях своим богам»...

Дабы сразу стало понятнее, насколько ошибочно валить в одну кучу мудрость и мракобесие эпохи, достаточно взглянуть на историю XX века. Когда наука освоила и квантовую физику и теорию относительности (не говоря уже о высоких идеях гуманизма), однако в чудовищных войнах новыми жрецами и царями человечества было угрождено столько миллионов людских жизней, что все жертвоприношения прошлого даже близко не сравнимы с масштабами современного варварства...

172 [61]

173 [62]

174 [14]

175 [6D]

Для позитивного завершения главы, впрочем, куда приятнее рассказать о существенно ином, созвучном общей теме событии из совсем недавнего прошлого.

Летом 2004 года на территории CERN, Европейского центра ядерных исследований неподалеку от Женевы, была торжественно установлена двухметровая скульптура Шивы Натараджи – как дар от правительства Индии в ознаменование многолетнего и плодотворного сотрудничества с учеными Европы.



На постаменте статуи выбиты слова из книги Фридьофа Капры «Дао физики» – о космическом танце Шивы как метафоре универсальной важности:

Сотни лет тому назад в прекрасных бронзовых скульптурах индийские художники создали визуальные образы танцующего Шивы. В наше время физики используют наиболее передовые технологии, чтобы запечатлеть паттерны космического танца материи. Метафора космического танца, таким образом, объединяет древнюю мифологию, религиозное искусство и современную физику.

Ритм творения и разрушения, как показывает физика, проявляется не только в смене времен года или в рождении и смерти живых существ, но также это сама суть неорганической материи... Для современных физиков, танец Шивы – это танец материи на субатомном уровне...

Принимая во внимание те большие научные открытия, что сделаны в физике со времен написания Капррой его книги, было бы очень кстати, если бы ученые ныне почаще присматривались к образу Шивы Натараджи вот с какой целью.

Наша – видимая – часть вселенной на скульптуре – это лишь круг света, обрамляющий фигуру танцующего Шивы. Все же остальное, что есть в композиции – это те невидимые 96%, которые наука пока несколько испуганно именуется «темной энергией» и «темной материей», совершенно не понимая, с чем имеет дело.

По этой причине самым главным на сегодня элементом скульптуры следовало бы, пожалуй, считать успокаивающий и ободряющий жест Шивы – «Абхайя хаста». То есть, «не бойтесь, друзья», имеющим истинное знание бояться некого и нечего – буквально во всех отношениях...



Имеет смысл сопоставить канонический рисунок на ладони Шивы с картиной “сияющего предела” из книги Мамфорда, Сирис и Райта.

(64)

Любой разговор о том, как давно человек располагает истинными знаниями о собственной природе, об устройстве вселенной и о своем месте в этой конструкции, раньше или позже с неизбежностью окажется сведен к теме инопланетян. Причина тому довольно проста: обе темы – это, можно сказать, разные стороны одного и того же большого человеческого непонимания.

Вся картина становится намного более ясной и понятной, если смотреть на нее вот с каких позиций. Истинные знания человека о природе – в непроявленной правде форме – присутствуют в нем изначально, с момента появления разумных человеческих существ на этой планете. Аналогично тому, как инопланетяне в той или иной форме были, есть и будут на Земле всегда – на протяжении всей ее истории принимая участие в процессах эволюции.

Если постичь, что единое сознание вселенной имеет структуру бесконечно ветвящегося дерева, то далее несложно понять и такую вещь. На тех или иных уровнях нашего сознания все мы в каком-то смысле являемся инопланетянами. То есть были ими в прошлом, во всяком случае (и при желании можем опять ими стать в будущем).

Если также постичь, что это постоянно растущее дерево жизни пронизывает все частотные слои реальности, то далее уже сам собой появляется и ответ на знаменитый-ироничный вопрос Энрико Ферми «Ну и где они все?». Иначе говоря, почему мы в массе своей не видим «настоящих» инопланетян, которые – судя по всему – в немалых масштабах присутствуют на нашей планете и сейчас.

Краткий ответ на этот вопрос сводится к тому, что цивилизации и формы сознания, эволюционировавшие до уровня межзвездных или межгалактических путешествий, обитают на других, обычно невидимых для нас уровнях реальности. Именно поэтому, собственно, они располагают знаниями и возможностями для быстрых путешествий на астрономические расстояния – не по поверхности вселенной, а через «межчастотные туннели», пронизывающие многомерную структуру мультиверса.

Для чуть более расширенного взгляда на историю и суть наших постоянных – и близко родственных – контактов с инопланетянами, удобнее прибегнуть к метафоре.

*

Грандиозный успех у публики, что выпал на долю кинокартины Джеймса Кэмерона «Аватар», принято объяснять множеством самых разных причин – давно и подробно разобранных как критиками-искусствоведами, так и аналитиками рынка развлечений.

Вполне возможно, что все эти специалисты по-своему правы. Здесь, однако, хотелось бы отметить один специфический нюанс кинофильма, привлекавший совершенно особый интерес всех зрителей, но мощно воздействовавший не столько на их бытовой-повседневный интеллект, сколько на более глубокие уровни подсознания. А может и еще глубже – на уровнях их личного и коллективного бессознательного.

На этих глубинных уровнях восприятия практически любой нормальный человек при просмотре картины интуитивно чувствует (даже если этого и не осознает), что история синих-хвостатых туземцев с планеты Пандора – это на самом деле наша с вами история, как человечества Земли в целом, но только изображаемая в виде фантастической аллегии.

Чуть-чуть сдвинув в картине акценты и маскирующие внешние признаки, можно увидеть немало сцен, вполне правдоподобно отражающих общую динамику взаимоотношений между туземным населением Земли и расами некоторых – далеко не всех – из древних инопланетных визитеров. То есть колонизаторов, эгоистично поглощенных лишь собственными проблемами, а к местным «дикарям» относящихся как к чуть более сообразительным животным.

Та же самая динамика, как все знают, не раз повторялась и в нашей истории – при расцвете европейского колониализма. И абсолютно по той же схеме среди куда более продвинутых в технике колонизаторов непременно находятся порядочные личности, испытывающие к туземцам симпатии и сочувствия больше, нежели к собственным циничным лидерам и к безжалостным планам их «корпорации».

Не углубляясь в дебри всех этих параллелей, затронем лишь самую важную тему – взаимное проникновение друг в друга совершенно разных поначалу культур через механизм «аватаров». Иначе говоря, засыпание сознания в одном теле и просыпание в теле представителя совершенно иной расы или даже планеты.

Понятно, что Кэмерон не сам придумал этот трюк, а позаимствовал и его суть, и собственно название из безгранично богатой культуры индуизма. Где на протяжении тысячелетий религиозная традиция оперирует идеями «схождения» их богов к людям в облике того или иного аватара.

*

Особый исторический интерес в этом контексте представляют так называемые «культурные герои» в мифах практически всех народов планеты Земля. То есть появляющиеся тем или иным образом благодетельные персонажи, которые одаряют примитивные племена, пребывающие во тьме невежества, самыми разнообразными знаниями и умениями – от разведения огня и посевов зерновых до навыков письменности и счета.

В качестве особо впечатляющего примера подобной просветительской деятельности, самое время вспомнить о персонаже под названием бог Тот или Джехути – почитавшемся как основатель всей, по сути, интеллектуальной жизни Древнего Египта. Изображали его, можно отметить, в виде человека с головой птицы ибис (символ сияющего чистого разума Ах).



Культ мудрейшего бога Тота, согласно историческим свидетельствам, относился к одному из самых древних на всей территории египетского государства. Поскольку в каждой области – или номе – Египта было принято особо почитать одно из божеств их обширного пантеона, центром поклонения Тоту была столица 15-го нома, город Хемени или Хмун, на всю страну славившийся своей богатейшей библиотекой.

Здесь все эти общеизвестные вещи вспоминаются исключительно ради одной-единственной книги, которая спустя тысячелетия, в нарождавшейся науке египтологии в XIX веке получила не самое удачное название «Книга мертвых». У самих же древних египтян этот обширный сборник священных текстов был известен как «Рау ну пэрт эм хру», что в дословном переводе звучит как «Главы о Восхождении к Свету».

Все эти «главы» (более корректным, возможно, переводом было бы «заклинания») данного сборника в совокупности служили своего рода руководством и путеводителем для умерших, отправляющихся в Дуат, царство посмертной жизни. Иначе говоря, для помощи в наиболее благоприятном «переезде» из одного мира в другой, эти тексты сначала выбивали на стенах пирамид и гробниц, затем писали на саркофагах, а в более поздний период истории клали рядом с усопшими в виде папирусных свитков.

Для современного человека, абсолютно далекого от религиозных верований египтян, практически все эти тексты ныне представляют разве что сугубо исторический интерес.

Но есть там одно совершенно замечательное исключение, которое именуется «Глава 64, или Глава познания всех Глав о восхождении к свету в одной главе»...

*

Как собственно название, так и пояснения древних комментаторов к главе 64 не оставляют никаких сомнений, что данный текст по своему смыслу представлял как бы краткое изложение всех прочих «Глав о восхождении к свету» и сам по себе обладал не меньшей ценностью, чем все прочие главы вместе взятые.

Из тех же комментариев становится известно, что среди двух сотен, примерно, глав «Книги», рождавшихся в разные периоды истории Египта и в существенно разных сочетаниях обнаруживаемых в захоронениях по всей территории страны, текст Главы 64 считался наиболее древним из всех. И первоначально был обнаружен в Хемену, то есть городе Тота, при весьма необычных обстоятельствах.

Точнее, по свидетельству древнеегипетских комментаторов, этот текст был обретен жрецами разных культов как минимум дважды (особо ценными знаниями во все времена делились неохотно). Причем оба раза текст обнаруживался еще во времена Древнего царства, то есть около 3 тысяч лет до новой эры, при царях I и IV династий.

Один из комментариев сообщает, что текст данной главы был найден в городе Хмун, в фундаменте святилища [бога Тота], во времена правления фараона [Первой династии] Семти. Открытие было сделано «главным каменщиком, который унес найденное как таинственный предмет, никогда прежде невиданный».

Другой комментарий сообщает подробности о повторной находке – примерно такими словами: «Эта Глава была найдена в городе Хемену, и текст ее был начертан знаками лазурного цвета на железной плите под ногами статуи бога. Сын царя Херу-та-таф обнаружил ее во время путешествия с инспекцией храмов. Принца сопровождал тогда человек по имени Некхт, который постарался, чтобы принц понял важность находки, и принес ее к царю [Мен-кау-ра, IV династия] – как чудесную вещь, содержащую в себе великую тайну, никогда прежде невиданную»...

В последующие тысячелетия, при включении текста столь чудесной главы в «Книгу», было принято давать такие пояснения:

«Если усопший будет знать эту Главу, он вознесется к свету, и ни у одних ворот загробного царства он не встретит сопротивления, будь то при выходе из него, или же при входе».

*

Теперь наконец, после столь интригующей преамбулы, пора привести практически дословный перевод текста «Главы 64» (для лучшего ее понимания отметив, что в древности диск солнца, дарующего свет и жизнь, было принято именовать «бог-лев»):

Я есть день вчерашний, и день сегодняшний, и день завтрашний. И я способен возродиться к новой жизни.

Я есть божественная сокрытая душа, создающая богов и дающая пищу божественным сокрытым существам.

Я есть владелец двух божественных ликов, я – выходящий из тьмы.

Приветствую вас, два сокола, сидящие в гнездах своих и внимающие словам.

Я есть правитель царства, и имя мое, под которым я вхожу и выхожу из загробного мира – Хех, властелин миллионов лет и царь земли.

Я творец своего имени. Запертая дверь в стене взломана, и то, что прежде внушало ужас – низвержено и отброшено.

Могущественный бог получил глаз свой, лицо его излучает свет, мое имя – его имя. Я не подвергнусь разложению, но обрету новое рождение в обличии бога-льва. Я повелеваю жизнью своей.

Я пришел, чтобы увидеть того, кто живет в своей божественной змее, лицом к лицу, глаза к глазам. О бог-лев, ты пребываешь во мне, а я в тебе, твои свойства суть мои свойства.

Я пришел как несведущий в тайнах человек, и я вознесусь к свету в обличье наделенного силой духа, и я буду смотреть на свои воплощения, мужские и женские, во веки веков...

*

На этой воодушевляющей сцене лучше всего притормозить с чтением и как следует прислушаться к себе. И – если не пробило – еще раз, быть может, перечитать внимательно Главу от Тота. Все люди, конечно, разные, но у каждого из нас внутри есть свои «две птицы» в гнездах – и в подобные моменты соприкосновения с истиной все три уровня нашего Я наиболее готовы к контакту...

Ну а если ваше непосредственное «нижнее Я» к такого рода соприкосновению миров пока еще не готово, то тоже ничего страшного. Полезно и просто знать, что за интересный опыт ожидает вас в обозримом будущем.

Вся эта тема – о весьма замысловатом, в действительности, внутреннем устройстве нашего Я – требует, конечно же, очень тщательного и разностороннего исследования. Потому что речь тут идет не только о многих этажах нашего сознания, но еще и о том, каким образом эти уровни соотносятся друг с другом – в «иерархическом» смысле.

В наиболее доступном и упрощенном виде суть этого весьма нетривиального, на самом деле, вопроса хорошо передает один из снов Вольфганга Паули. В котором ученый беседует с неким регулярным гостем в своих сновидениях – персонажем с ярко выраженной восточной наружностью и условным именем Перс.¹⁷⁶

Судя по его поведению, в делах устройства сознания и скрытой от нас части мира этот Перс явно осведомлен куда больше, чем Вольфганг Паули. Именно поэтому он очень уверенно заявляет: «Это я нахожусь между тобой и Светом, так что это ты моя тень, а никак не наоборот». Для Паули, впрочем, это звучит вряд ли убедительно, коль скоро он уверен, что Перс в сновидениях – это лишь одна из ипостасей его собственного сознания.

Интересно, что примерно в тот же период (несколькими годами позже) другу Паули и еще одному исследователю сновидений, Карлу Густаву Юнгу, приснился весьма созвучный этой же теме сон, но только увязывающий «тени и проекции» уже не столько с обитателями нашего сознания, сколько непосредственно с инопланетянами.¹⁷⁷

Что характерно, и в этом сновидении гости пытались наглядно продемонстрировать ученому, что это «они» проецируют «нас», а вовсе не наоборот (как считал Юнг, публично объявляя НЛО «проекциями» нашего собственного беспокойного разума).

*

Примечательным нюансом в этом сюжете с доктором Юнгом является то, как именно происходят сейчас наши контакты с «инопланетным разумом» – когда гости в подавляющем большинстве случаев приходят к нам «изнутри», на иных уровнях реальности, а не «снаружи», в визуально наблюдаемых формах.

176 [16]

177 [16]

Именно по этой причине выражение «инопланетный разум» более корректно употреблять в кавычках – потому что зачастую человек и сам не в силах различать, когда странные идеи в его мыслях являются собственными, а когда – словно «чьими-то еще».

Реальность ныне такова, что пока правительства многих стран (в первую очередь США) уже которое десятилетие пытаются делать вид, будто не знают ничего достоверного об инопланетном присутствии на Земле, контакты происходят постоянно и в массовых количествах. Многие и многие тысячи людей общаются с инопланетными формами жизни напрямую – либо через контакты в собственном сознании, либо при посредничестве медиумов, обеспечивающих ченнелинг.

Естественно, как и при любой прочей системе связи, далеко не вся информация, поступающая по этим каналам, является правдой или, тем более, «космическим откровением». Более того, далеко не все персонажи на другом конце линии связи являются реальными инопланетянами. Однако на суть процесса все эти пустяки не влияют почти никак.

Потому что суть процесса заключается в познании человеком весьма простых, но до сих пор все еще не очевидных истин. О том, что всякий человек – это в действительности намного, несоизмеримо намного больше, нежели мы видим в зеркале. О том, что вселенная буквально повсюду пронизана жизнью и разумом. И о том, наконец, что разум каждого человека неразрывно встроен в это единое целое...

*

Но если вся необъятная вселенная – это жизнь и разум в их бесконечно разнообразных проявлениях, то с какой стати (спросит кто-кто) именно на нашей крохотной и захолустной планете станут торчать все эти гипотетические толпы невидимых инопланетян?

В изобильных материалах ченнелинга, накапливающих послания и откровения инопланетного разума, конкретно на данный счет содержится удивительно мало содержательной и достоверной информации. Но кое-что, конечно, есть.

Однако для более наглядного ответа на этот вопрос лучше опять прибегнуть к аллегории – еще раз вспомнив выдающийся фильм «Аватар». Где, как наверняка помнят все смотревшие, главной и единственной целью колонизаторов был редчайший во вселенной чудо-минерал – в изобилии имевшийся у туземных обитателей Пандоры, но им самим, по большому счету, не особо-то и нужный...

Это может звучать крайне странно, но реальной и в высшей степени редчайшей во вселенной вещью, изобильно встречающейся на планете Земля, является наше с вами человеческое тело. Причем мы, в силу особенностей физиологического устройства, эту ценность собственного тела совершенно не понимаем.

Если пояснять суть интриги предельно кратко, то практически все самоосознающие формы разума во вселенной, обладающие собственным плотным телом (или комплексом тел), осведомлены относительно многоэтажной конструкции своего сознания. Поэтому так или иначе соотносят жизнь «нижнего Я» с желаниями и предпочтениями «верхних этажей». Чем этажи выше, тем выше уровень единства сознания. Поэтому естественный эволюционный подъем всякой конкретной формы жизни с одного частотного этажа планеты на другой происходит, как правило, коллективно – как это принято на более высоких ярусах.

На планете Земля, говорят, когда-то очень давно было примерно то же самое – как у всех. Но кое-кто из духовно-недоразвитых колонизаторов, обитавших на более высоком уровне, настолько увлекся играми в могущество, что жизнь на планете едва не уничтожили дотла. И дабы на будущее отрезать туземцев от дурного влияния всех подобных «богов и демонов», было решено несколько изменить нашу ДНК – заблокировав прямые коммуникации со всеми этажами сознания выше второй чакры.

*

С одной стороны, это отбросило древнего человека разумного до уровня животного, сознание которого озабочено лишь биологическим выживанием. Но глядя с другой стороны, мы получили возможность для независимой, действительно собственной эволюции.

И в процессе этого тяжелого выживания нижние чакры человека развились до столь мощной степени, что при правильном их использовании, как выяснилось, оказывается возможным «накачивать» и поднимать свое личное сознание практически до любого этажа – включая самые высшие.

Технические йоги Индии называют такого рода процесс «подъемом змеи Кундалины», однако, как свидетельствует история разных культур, конкретные обстоятельства для вознесения души «в горние выси» могут быть самыми разнообразными. В целом же результат подобного опыта принято именовать просветлением или «пробуждением».

Реальность такова, что проделывать подобные трюки с собственным сознанием, на сугубо индивидуальном уровне управляя подъемом частоты до максимума, оказывается возможным, судя по всему, лишь пребывая в биологическом теле человека Земли (в условиях обозримого сектора вселенной, во всяком случае).

Никаких документов, подтверждающих столь экзотическую версию нашей истории, естественно, не имеется. При желании, ко всей этой информации можно относиться как к своего рода новой космической мифологии. Но как и все прочие мифы народов Земли, эти сведения, скорее всего, имеют в себе долю правды.

И достаточно внятно способны прояснить многие вещи. То, к примеру, насколько сильно наша ДНК интересуется инопланетными формами разума, желающие иметь нечто подобное и в своих организмах.

Или, скажем, почему те или иные расы инопланетян во множестве и достаточно настойчиво вступают ныне в прямые контакты с людьми, поскольку уверены, что имеют на это право – коль скоро данные люди в своих прошлых воплощениях когда-то были представителями их расы. А ныне эту связь для взаимной пользы желательно возобновить.

Наконец, подобный взгляд куда более отчетливо проясняет, почему мы все на этой планете такие удивительно разные. И почему нам до сих пор так сложно друг с другом договориться, наконец, о мирной и спокойной жизни...

*

Тема мира на Земле несоизмеримо важнее и актуальнее любых сюжетов об инопланетном присутствии. Просто по той причине, что все незримо присутствующие здесь ИП-расы уже научились – в отличие от нас – так или иначе обходиться без военных конфликтов.

Другими словами, никакое очередное «вторжение колонизаторов» нам давно уже не грозит. Пока мы накачивали свои нижние животные чакры, наши многочисленные космические родственники успели развиться до осознания простой истины – что все мы словно пальцы на одной руке, а членовредительством занимаются разве что совсем уж безумные. Да еще люди планеты Земля.

(Которых, кстати говоря, многие инопланетные гости не без оснований считают в массе своей сумасшедшими дикарями – достаточно взглянуть на наши мирные забавы типа бокса. Не говоря уже о «гуманитарных военных операциях», когда одни люди убивают других в назидание третьим – за то, что четвертые убивают пятых...)

Надежду внушает лишь то, что большинство нормальных представителей человечества все же отчетливо осознает, каким безумием является война. А прекратить это сумасшествие можем и должны только мы сами. В связи с чем более чем уместным представляется в качестве финала выбрать вот такой замечательный символ – под названием «Мир в наших руках».



<http://glendahecksher.com.mx/>

Автором этого монумента, где тень от двух сложенных рук образует на земле гигантскую птицу мира, является мексиканская художница и скульптор Гленда Хекшер (Glenda Hecksher). Здесь же непременно упомянуть об этой скульптуре, украшающей одну из площадей Мехико, следует еще и вот по какой многозначительной причине.

Одной из особенностей русского языка является то, что слово МИР одновременно означает два существенно разных в других языках понятия – вселенную и жизнь без войны. Если вдуматься, то это, похоже, не случайность, а чрезвычайно глубокомысленный указатель на естественное состояние вселенной.

Если еще раз присмотреться к монументу Хекшнер, то несложно увидеть в сложенных «птицей» руках человека еще и богатый символ физического устройства нашей вселенной: два четырехмерных мира, слитых в одно 10-мерное живое целое с помощью пятых, переплетенных друг с другом измерений-пальцев... Иными словами – МИР КАК ВСЕЛЕННАЯ В НАШИХ РУКАХ.

Пока что уровень восприятия человеком окружающего мира таков, что он видит все больше тени реальности – зачастую темные и пугающие. Но вот когда наступает пробуждение, то удастся «увидеть» и понять не только реального себя, но и подлинную природу окружающего мира – как видимого, так и пока что скрытого «за облаками».

Известно довольно много способов для того, чтобы проснуться. Один из самых простых рецептов сформулирован уже не раз упоминавшимся здесь специалистом по сновидениям и другом Вольфганга Паули:

*«Кто смотрит наружу, тот спит.
Кто смотрит внутрь, тот просыпается»...*

THE END



ПРИЛОЖЕНИЕ

Для того, чтобы стало понятнее, каким образом возник «**краткий путеводитель**» по материалам далеко еще не завершенной «**книги новостей**», имеет смысл добавить статью, финал которой и подтолкнул к созданию текста «**там за облаками**».

Недостающая идея



Большой комплекс взаимосвязанных задач, совокупно известных под названием Langlands Program, иногда также называют «Теорией великого объединения математики». Иначе говоря, множеством ученых из разных стран мира на протяжении вот уже почти полувека предпринимаются очень серьезные усилия ради грандиозной общей цели.

Понемногу, шаг за шагом им удастся показать, что необъятный мир математических исследований, когда-то представлявшийся совокупностью самых разных и зачастую никак не связанных между собой территорий, на самом деле устроен в корне иначе. То есть области, которые прежде воспринимались как не имеющие ничего общего друг с другом, в действительности оказываются эквивалентными описаниями одной и той же в сущности структуры.

Структуры, одновременно и чрезвычайно сложной в освоении, и – как многие предчувствуют – элегантно простой и красивой в своей итоговой картине. Короче, единой конструкции в основе всей математики – наверняка прекрасной, но по сию пору наукой еще не постигнутой.

И при этом – что удивительно – на просторах всенародной энциклопедии «Википедия», где число статей лишь в одном русскоязычном разделе уже приближается к миллиону, на русском языке нет об этом практически никакой информации.

То есть нет там ни собственно статьи «Программа Ленглендса» (именно в таком написании термин закрепился в отечественной науке), ни статьи «Роберт Лэнглендс» (более корректное, пожалуй, произношение фамилии) – об известном канадском математике, запустившем все это дело еще в 1960-е годы, а в минувшем октябре 2012 отметившем свое 76-летие.

Столь откровенное безразличие общества к большим свершениям, происходящим на передовых рубежах теоретической науки, характерно, конечно, не только для нашей страны. Это явление, если присмотреться, ныне фактически повсеместное.

Ученых, ясное дело, такая тенденция всерьез беспокоит. Именно по этой причине, собственно, в городе Торонто, Канада, в октябре нынешнего года был устроен первый

международный Симпозиум Филдсовской медали, нацеленный на более широкую популяризацию достижений математической науки в народных массах.

Отныне это мероприятие планируется Институтом Филдса проводить ежегодно, причем каждый очередной симпозиум – как и первый – мыслится сфокусированным на такой области математики, где достигнуты выдающиеся успехи одним из недавних лауреатов Медали Филдса. (На всякий случай, если кто не в курсе, Филдсовская медаль считается своего рода «математическим аналогом» Нобелевской премии – высшей среди математиков наградой, которой раз в 4 года награждаются ученые в возрасте не более 40 лет.)

Что же касается тематической направленности Первого Филдсовского симпозиума, то конечно же совсем не случайно он был посвящен «Фундаментальным основам Программы Ленглендса». А в качестве «главного героя» форума был выбран первый великий математик вьетнамского народа Нго Бао Тяу, в 2008 году удостоенный медали Филдса за доказательство Фундаментальной леммы в теории Ленглендса (сформулированного еще в 1983 году важного, но технически вспомогательного утверждения, которое, однако, никому не удавалось доказать на протяжении четверти века; Нго Бао Тяу не только доказал лемму неожиданным и новаторским образом, но и открыл попутно множество неведомых прежде взаимосвязей).

Чтобы стало понятнее, почему все это действительно важно не только для узко специализированных теоретиков, глубоко погружившихся в свои математические абстракции, но и в целом для человечества, правильнее всего предоставить слово специалисту. Который не только в деталях понимает предмет, но и достаточно внятно может объяснить суть открытий обычным людям, далеким от математики.

В данном случае на эту роль практически идеально подходит Эдвард Френкель, профессор математики из Калифорнийского университета Беркли и один из главных научных организаторов первого Симпозиума Филдсовской медали. В большом интервью, предшествовавшем мероприятию, Френкель дал популярно изложенный обзор Программы Ленглендса, ее общей истории и нынешних особенностей.

Целиком оригинал этого интервью¹⁷⁸ можно найти на сайте Университета Торонто, ну а в сокращенном вольном пересказе по-русски тезисы Френкеля выглядят примерно так.

Что рассказал профессор Френкель

Исследования, ведущиеся в рамках Программы Ленглендса, нередко пытаются охарактеризовать как строгую разработку математического языка, устанавливающего соответствие между теорией чисел и математическим анализом. Хотя можно сказать и так, однако в действительности это много, много больше.

Когда в конце 1960-х годов Роберт Лэнглендс затевал свою Программу, то главным стимулом, подтолкнувшим его к этим изысканиям, были весьма трудные в своем решении вопросы из области теории чисел.

В этой области часто приходится иметь дело с решениями степенных алгебраических уравнений (типа, скажем, $y^2 = x^3 + 5x + 3$), но с той особенностью, что все вычисления здесь ведутся лишь над целыми числами «по модулю p ». Принципы модульной арифметики проще всего пояснить циферблатом часов, на котором сколько бы времени не прошло, показания стрелок всегда приведены «по модулю 12» (правда, при более строгом подходе к делу на циферблате следовало бы писать цифры от 0 до 11, но это уже технические нюансы).

В теории же чисел по ряду принципиальных причин особо важны ситуации, когда числовые наборы, задающие множество значений уравнения, формируются по таким модулям p , которые являются простыми числами (делящимися лишь на себя и 1). И в этих условиях, когда аналитик сталкивается с тем или иным уравнением, крайне

желательно бывает заранее знать, сколько именно решений имеет данное уравнение по модулю p – для всех возможных значений простого числа p . Так вот оказывается, что это чрезвычайно сложный вопрос.

Глубокое и неожиданное прозрение Лэнглендса заключалось в том, что неизвестные числа решений можно, как оказалось, считать с объектов из совершенно другой области математики, именуемой «гармонический анализ».

Данный раздел математического анализа занимается изучением функций особенного рода – имеющих прямое отношение к регулярным колебаниям и к музыке, а потому называемых гармоническими. Для простейшего примера, все знают базовые тригонометрические функции, такие как $\sin(x)$ и $\cos(x)$. К этому же элементарному ряду принадлежат также функции $\sin(nx)$ и $\cos(nx)$ при всех целочисленных значениях n .

Согласно результатам, полученным еще Жаном Батистом Фурье в начале XIX века, почти все функции, являющиеся периодическими, можно эквивалентно записать в виде «суперпозиции» или композиции из этих простейших базовых функций. Это очень сильное и, как показала жизнь, чрезвычайно полезное утверждение!

В приложении к области коммуникаций, скажем, представьте, что у вас есть сигнал, описываемый некоторой функцией. Преобразование ее к виду суммы из простых тригонометрических функций представляет собой декомпозицию – или разложение – сигнала на «элементарные гармоники» (систематически обрабатывать которые всегда несоизмеримо проще).

Это, собственно, и есть то, в чем заключается суть гармонического анализа: отыскание неких элементарных гармоник, вроде $\sin(nx)$ и $\cos(nx)$, но только в намного более общей ситуации, а также отыскание путей к разложению произвольных функций в терминах таких гармоник.

Это замечательная теория, находящая ныне огромное множество всевозможных полезных приложений. Но следует, однако, подчеркнуть, что поначалу она выглядела чрезвычайно далекой от теории чисел.

И вот тут-то и случился сюрприз. Роберт Лэнглендс предположил и в общих чертах показал, что **эти два мира – теория чисел и гармонический анализ – неразрывно связаны друг с другом.**

Выражаясь более аккуратно, он предположил, что вопросы в теории чисел, вроде отыскания числа решений для уравнений по простому модулю, могут быть решены с помощью аппарата гармонического анализа.

В частности, для всякого уравнения, типа приведенного выше, существует некоторая гармоническая функция, которая как бы заранее уже все «знает» о числах решений этого уравнения по всем простым модулям (то есть позволяет достаточно просто их вычислять).

Поскольку это взаимное соответствие ниоткуда не следовало, то выглядело данное открытие крайне озадачивающе – словно какая-то магия и волшебство...

Именно по этой причине, собственно, математический мир и был столь сильно взволнован программой Ленглендса. Прежде всего потому, что развитие этого направления дает нам способ решать такие задачи, которые прежде выглядели как неразрешимые проблемы.

Есть тут и второй, не менее важный аспект. Программа Ленглендса указывает на какие-то очень глубокие и фундаментальные взаимосвязи между разными областями математики.

Конечно же, очень хочется узнать, что же действительно здесь происходит. Почему эти вещи связаны вот таким образом? Но **пока еще все мы полностью этого так и не понимаем...**

Примерно так выглядело происхождение программы Ленглендса.

Ну а затем стало происходить вот что. **Те же самые загадочные паттерны и соответствия начали постепенно обнаруживаться не только в других областях математики, вроде геометрии, но также и в квантовой физике.**

Программу Ленглендса не просто так порою называют Теорией великого объединения математики. Эта Программа указывает на некие всеобщие, универсальные феномены и взаимосвязи между этими феноменами, накрывающие самые разные области математики. Именно здесь, быть может, и содержатся ключи к пониманию того, что же вообще представляет собой математика...

На сегодняшний день программа Ленглендса – это гигантская территория исследований. Поскольку идеи Программы распространились во множестве направлений, сейчас здесь работает большое сообщество специалистов из весьма разнообразных областей математики и теоретической физики.

Ситуация выглядит так, словно у вас имеется множество совершенно разных языков, а также наборы предложений из этих разных языков, про которые вам уже известно, что они означают одну и ту же вещь. И вот вы раскладываете эти предложения рядом друг с другом, и мало-помалу начинаете наработать словарь, который позволяет вам переводить одни и те же, по сути, утверждения, но только сформулированные в разных областях математики, в квантовой теории поля или в теории струн...

Работы над Программой Ленглендса, конечно же, будут продолжаться и дальше. В завершение интервью Эдвард Френкель сказал об этом так:

Чем больше мы узнаем, тем больше мы понимаем, насколько мало мы в действительности знаем. Как я уже говорил, красота Программы Ленглендса в том, что она указывает на загадочные связи между разными областями математики.

И самый большой из вопросов, на мой взгляд, такой: почему эти взаимосвязи существуют, каков стоящий за ними механизм? Мы все еще этого не знаем, но мы над этим работаем.

Теперь мы уже лучше понимаем, каким образом различные куски паззла прикладываются друг к другу.

Но нам нужны новые свежие идеи.

Ну а пока новых и свежих идей на горизонте не появилось, имеет, быть может, смысл повнимательнее оглядеться вокруг. И присмотреться к идеям достаточно старым, но только как следует все еще не разработанным.

Две тайны или одна?

Среди великого множества все еще не разрешенных человеком загадок природы две тайны особо впечатляют своими масштабами, а потому и вспоминаются чаще других.

Загадка первая, наиболее дискомфортная: что представляют собой темная материя и темная энергия, на которые приходится 96% вселенной?

Вершина современных научных знаний о природе мироздания, Стандартная Модель физики, содержательно описывает наблюдаемый мир в терминах кварков, лептонов и прочих квантовых частиц-полей, переносящих взаимодействия. Однако приходится признать, что все эти вещи составляют всего лишь 4% от общей массы-энергии вселенной.

Про остальные 96% наука не знает и не может сказать ничего. Кроме как называть неведомое «темной материей» и «темной энергией».

Загадка вторая – это тайна «непостижимой эффективности математики» (как сформулировал ее в свое время Юджин Вигнер¹⁷⁹).

На протяжении всей истории науки ученые постоянно сталкиваются с ситуациями, когда математические уравнения, выводимые ими для описания физических закономерностей, в действительности «знают» больше, чем записавшие их первооткрыватели.

Типичный пример. Когда, скажем, Альберт Эйнштейн завершил в 1916 году разработку своей общей теории относительности, то при размышлениях над выведенными уравнениями он вдруг обнаружил в них совершенно неожиданное послание, сообщавшее, что вселенная расширяется.

Эйнштейн же в то время был уверен в картине стационарного и неподвижного мироздания, поэтому не поверил, что физическая вселенная способна сжиматься или расти в размерах. Иначе говоря, он проигнорировал то, о чем говорили ему уравнения. Спустя еще 13 лет астрономические наблюдения Эдвина Хаббла продемонстрировали убедительные свидетельства расширению вселенной. А Эйнштейн, соответственно, упустил возможность сделать одно из наиболее эффективных и неожиданных научных предсказаний в истории науки.

Сам собой возникает интересный вопрос: каким образом эйнштейновы уравнения «знали» что вселенная расширяется, когда сам он этого не знал и знать не хотел?

И если математика, как некоторые полагают, это не более чем язык, который человек придумал и использует для описания мира (то есть лишь изобретение человеческого мозга), то как же она может выдавать нечто такое, что находится явно за пределами вкладываемого туда людьми?

Всякий раз, когда уравнения математики сами «знают» и дают ученым предсказания о еще не открытых частицах и о любых других свойствах физической реальности, на ум невольно приходит странноватая идея примерно следующего типа: «Быть может, это так по той причине, что математика и есть реальность» (пользуясь выражением Брайена Грина, известного популяризатора струнной теории и профессора физики из Колумбийского университета).

Но отсюда возникает следующий большой вопрос: почему же тогда вселенная сделана только лишь из небольшой части всей доступной человеку математики?

Еще раз цитируя Брайена Грина: «Математики имеется очень много. Лишь совсем тоненький ее слой имеет сегодня реализацию в физическом мире. Снимите с полки любую математическую книгу и вы увидите, что большинство уравнений в ней не соответствует никакому физическому объекту или физическому процессу»...

Очередной подходящей цитаты от какого-нибудь знаменитого научного светила под рукой не находится, однако следующая логичная идея лежит, по сути, на поверхности. А значит, ее наверняка кто-то из авторитетов уже озвучивал (и даже если нет, это ничего не меняет):

Если наблюдаемый человеком мир составляет лишь крошечную, 4-процентную долю от всего, что есть во вселенной, а из того гигантского комплекса математики, что уже освоен человеком, лишь крошечная доля отвечает за описание наблюдаемой реальности, то, быть может, ответ на две большие загадки природы уже нами найден?

То есть не исключено, что математики и теоретики математической физики, давно и подробно исследующие абстрактные миры, местами или

даже полностью оторванные от реальности, на самом деле изучают те самые 96% невидимой для человека вселенной...

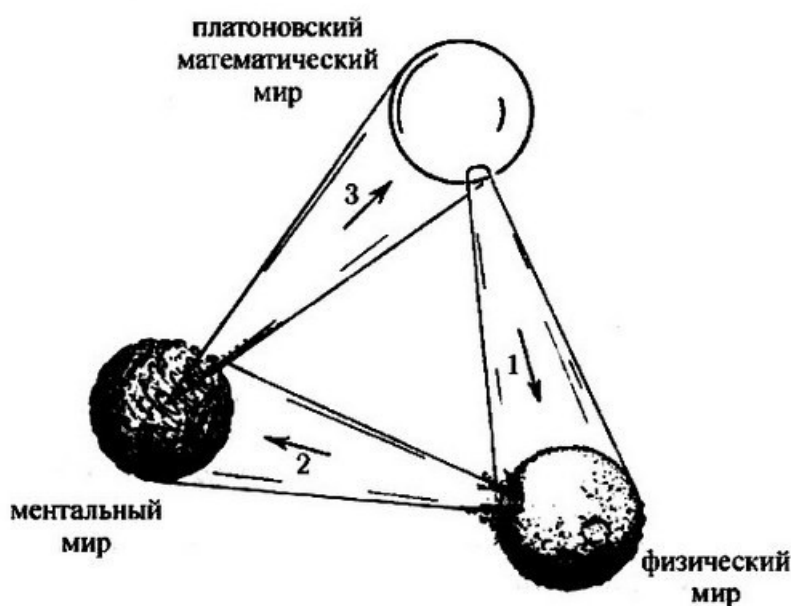
Доказать подобную гипотезу, конечно, пока что нет никакой возможности. Однако для ее подкрепления полезно напомнить еще одну, третью, великую загадку, без которой общая картина «не имеет смысла» – в буквальном понимании этих слов.

Что нарисовал профессор Пенроуз

В 2004 году у известного британского физика и математика Роджера Пенроуза вышла в свет толстенная монография «Путь к реальности, или полный путеводитель по законам, управляющим Вселенной».¹⁸⁰

Так вот, в этой книге целый самостоятельный подраздел (1.4) посвящен еще одной великой тайне – о том непостижимом положении, которое занимает человеческое сознание между физической реальностью и миром математики.

Пенроуз называет этот комплекс «три мира или три формы существования»: форма физического существования, форма ментального существования и форма математического существования (платоновский мир идей). Понятно, что все эти формы тесно друг с другом связаны, «причем соответствующие связи настолько же фундаментальны, насколько и загадочны» (цитируя автора).



Три «мира» по Пенроузу и три связывающие их загадки

С помощью вот такого рисунка Пенроуз схематически изобразил все эти три формы существования в виде сфер, представляющих собой объекты, принадлежащие трем различным мирам. Здесь же показана и суть загадочных связей между этими мирами.

Суть загадок достаточно ясна. Как уже отмечалось выше, если рассматривать сферу математики, то непосредственное отношение к процессам физического мира имеет лишь некая совсем малая часть мира математического.

Аналогично, в сфере мира физического (насколько это известно современной науке) лишь очень-очень небольшая часть имеет отношение к сознанию и связана с феноменом ментальной деятельности.

И наконец, третья взаимосвязь-загадка, связывающая сознание со сферой математики, также вполне очевидна: размышления человека об абсолютных математических истинах

составляют чрезвычайно малую долю от нашей совокупной мыслительной деятельности.

В итоге же из этих достаточно очевидных соотношений складывается явный парадокс – когда каждый мир заключает в себе в качестве малого фрагмента весь следующий мир целиком. Но цепочка взаимосвязей при этом замкнута...

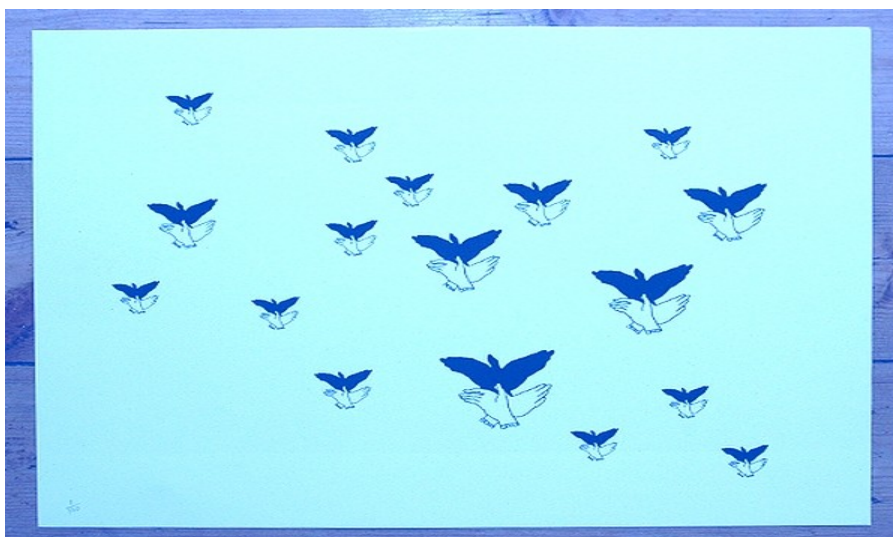
Автор честно признает, что не в силах решить эту тройственную головоломку. Но, добавляет он, вместо решения можно продемонстрировать наличие еще одной, даже более головоломной идеи-загадки, превосходящей и перекрывающей все те, на которые уже указано:

*Возможно, что все три мира в некотором смысле вовсе не являются отдельными сущностями, но лишь отражают различные аспекты некоей **одной, более фундаментальной истины, описывающей мир, как целое.** Истины, о которой в настоящее время мы не имеем ни малейшего представления.*

Так, подчеркнем, видит ситуацию известный ученый Роджер Пенроуз.

Однако есть и другие известные ученые, имеющие на данный счет вполне определенные идеи и представления. И что самое приятное, эти разные идеи довольно неплохо друг с другом сочетаются.

Но это уже тема для следующего текста.



*
* * *

Post Scriptum

Данная статья – как запись в блоге **kniganews.org** – была опубликована в ноябре 2012, дабы отметить годовщину создания сайта-книги или «события 11:11».

Следующий текст, под общим названием «там за облаками», появился на свет в день красивой даты 20.12.2012.

Ну а дальше началось самое интересное...

* * *
*

БИБЛИОГРАФИЯ

ССЫЛКИ «НАРУЖНЫЕ»

-]AA [Amir D. Aczel, "Entanglement: the greatest mystery in physics". Four Walls Eight Windows (2002) ; A. Bokulich and G. Jaeger (eds), "Philosophy of Quantum Information and Entanglement", Cambridge University Press (2010)
-]AE [Abbott, Edwin A. (1884) Flatland: A romance in Many dimensions. Dover thrift Edition (1992 unabridged). New York. Русский перевод: Эббот Э. "Флатландия", Бюргер Д. "Сферландия". М., Мир(1976)
-]AL [A. Adams, X. Liu, J. McGreevy, A. Saltman, E. Silverstein. "Things Fall Apart: Topology Change from Winding Tachyons". JHEP 0510, 033 (2005) [arXiv:hep-th/0502021]
-]BE [Beno Eckmann, "Remembering Heinz Hopf", in Mathematical Miniatures, 2001
-]BJ [Jacob D. Bekenstein, "Information in the Holographic Universe". Scientific American, August 2003. Русский перевод: Якоб Бекенштейн, "Информация в голографической вселенной", «В мире науки» №11, 2003, [<http://www.modcos.com/articles.php?id=61>]
-]BP [Peter Byrne, "Everett and Wheeler, the Untold Story", pp 521-541 in Saunders S. et al (Eds) "Many Worlds? Everett, Quantum Theory, and Reality", Oxford University Press (2010)
-]BT [Banchoff, Thomas F. "Beyond the Third Dimension". Scientific American Library, (1990)
-]BV [Laszlo Peter Biro and Jean-Pol Vigneron. "Photonic nanoarchitectures in butterflies and beetles: valuable sources for bioinspiration". Laser Photonics Rev. 5, No. 1, 27–51 (2011)
-]CE [Sir Charles Eliot. "Hinduism and Buddhism: an Historical Sketch". Routledge and Kegan Paul, London, 1968
-]CF [Fritjof Capra, "The Dance of Shiva: The Hindu View of Matter in the Light of Modern Physics". Main Currents in Modern Thought , 1972
-]CM [Alain Connes, Matilde Marcolli. "Noncommutative Geometry, Quantum Fields and Motives". American Mathematical Society, 2007
-]DD [Deutsch D (1985) "Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer", Proc.Roy. Soc. Lond. A 400 97-117
-]DP [P.A.M. Dirac. "Quantised singularities in the electromagnetic field". Proc.Roy.Soc., A(133):60, 1931
-]EA [Eben Alexander. "Proof of Heaven: A Neuro-surgeon's Journey into the Afterlife". Simon & Schuster, 2012
-]EB [См., к примеру, Elsa Barker. "Letters From a Living Dead Man", 1914 (Русский перевод: Эльза Баркер, «Письма живого усопшего»)

-] EC ["A vision of gauge field theory", a chapter in "No time to be brief. A scientific biography of Wolfgang Pauli" by Charles P. Enz. Oxford University Press (2002)
-] ED [Hugh Everett III "The Theory of the Universal Wavefunction", Manuscript (1955), pp 3–140 of Bryce DeWitt, R. Neill Graham, eds, "The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics", Princeton University Press (1973).
<http://www.pbs.org/wgbh/nova/manyworlds/pdf/dissertation.pdf>
-] EH [Hugh Everett. "'Relative state' formulation of quantum mechanics". *Reviews of Modern Physics* (1957) 29 (3): 454–462.
<http://www.univer.omsk.su/omsk/Sci/Everett/paper1957.html>
-] EW [Eugene P. Wigner. "Symmetries and Reflections. Scientific Essays". Indiana Univ. Press. 1970. Русский перевод: Е. Вигнер. "Этюды о симметрии". 1971
-] FC [Francis H. Cook. "Hua-Yen Buddhism: The Jewel Net of Indra". Penn. State University Press, 2001
-] FE ["The Geometric Langlands Program with Edward Frenkel", *Blog.Fields*. September 5, 2012.
<http://blog.fields.utoronto.ca/symposium/2012/09/05/the-geometric-langlands-program-with-edward-frenkel/>
-] FL [Richard Feynman, Robert Leighton & Matthew Sands, *The Feynman Lectures on Physics* (Addison-Wesley, Redding,-Mass., 1963). Перевод на русский: Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс Фейнмановские лекции по физике. В 9 томах. М.: Наука, 1976-1977.
-] FM [Frederic W. H. Myers. "Human Personality and Its Survival of Bodily Death", 1903
-] FQ [Feynman R P (1982) "Simulating physics with computers", *Int. J. Theor. Phys.* 21 467-488 ; Feynman R P (1986) "Quantum mechanical computers", *Found. Phys.* 16 507-531.
-] FR [R. Feynman, "QED The Strange Theory of Light and Matter". Princeton University Press(1985). Русский перевод: Фейнман Р. "КЭД – странная теория света и вещества". *Библ. Квант* 66, (1988)
-] FW [P. G. O. Freund, E. Witten, "Adelic string amplitudes", *Phys.Lett. B*, 199 (1987), 191–194
-] GG [ZL Guo, ZR Gong, H Dong and CP Sun, "Mobius Graphene Strip as Topological Insulator". *Physical Review B* 80, 195310 (2009). Preprint arXiv:0906.1634v2
-] GI [Davide Gaiotto, Nissan Itzhaki, Leonardo Rastelli. "Closed Strings as Imaginary D-branes". *Nucl. Phys. B*688: 70 (2004). [arXiv:hep-th/0304192]
-] GK [Kurt Gödel, "An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Field Equations of Gravitation", *Reviews of Modern Physics*, 21: 447-450 (1949)
-] HA [Khrennikov A. Yu. "p-adic valued distributions and their applications to the mathematical physics". Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1994.
-] HG [G. 't Hooft, "Dimensional reduction in quantum gravity," in "Conference on Particle and Condensed Matter Physics (Salamfest)", edited by A. Ali, J. Ellis, and S. Randjbar-Daemi (World Scientific, Singapore, 1993), [arXiv:gr-qc/9310026]
-] HK [Kurt Hensel, "Über eine neue Begründung der Theorie der algebraischen Zahlen", *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, Band 6, 1899, 6 (3): 83–88.

-] HH [Heinz Hopf, "Über die Abbildungen der dreidimensionalen Sphäre auf die Kugelfläche", *Mathematische Annalen* (Berlin: Springer) 104 (1): 637–665 (1931)
-] HW [Werner Heisenberg, *Physics and Beyond: Encounters and Conversations*. London (1971). Русский перевод: В. Гейзенберг, Часть и целое, Москва, УРСС (2004)
-] HZ [J. J. Halliwell, J. Pérez-Mercader, W. H. Zurek. "Physical Origins of Time Asymmetry". Cambridge University Press (1996) ; Michael Lockwood, "The labyrinth of time: introducing the universe". Oxford University Press (2005)
-] JC [C.G. Jung, 'Psychology and Religion', C.W.11, §110; C. Jung, *Eranos Jahrbuch* 1935, O. Fröbe-Kapteyn, ed., Rhein-Verlag, Zurich (1936), p. 119.
-] KA [Kitaev A. Yu. (1997) "Fault-tolerant quantum computation by anyons". arXiv: quant-ph/9707021
-] KF [F. Klein. *The mathematical character of space-intuition // Lectures on Mathematics*, 1894. Reprinted by AMS Chelsea, 2000.
-] KH [Khrennikov A. Yu. "Non-Archimedean analysis: quantum paradoxes, dynamical systems and biological models". Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1997. ; Khrennikov A. Yu. "Human subconscious as the p-adic dynamical system". *J. of Theor. Biology*. 1998. V. 193. P. 179-196. ; Khrennikov A. Yu. "Description of the operation of the human subconscious by means of p-adic dynamical systems". *Dokl. Akad. Nauk*. 1999. V.365. P. 458-460. ; Хренников А. Ю. "Моделирование процессов мышления в р-адических системах координат". М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
-] KO [С. В. Козырев, "Методы и приложения ультраметрического и р-адического анализа: от теории всплесков до биофизики", *Совр. пробл. матем.*, Вып. 12, МИАН, М., 2008
-] KS []46[. Sh. Kachru, E. Silverstein. "Chirality Changing Phase Transitions in 4d String Vacua". 25 Apr 1997. [arXiv:hep-th/9704185]
-] KU [Mark Kac and Stanislaw M. Ulam, "Mathematics and Logic: Retrospect and Prospects", F.A. Praeger Publishers (1968). Русский перевод: Кац М., Улам С.М., "Математика и логика. Ретроспектива и перспективы", М., Мир (1971)
-] LL [Лев Ландау. "Буржуазия и современная физика". *Известия ВЦИК*, 23.11.1935
-] LR [R. Landauer (1961) "Irreversibility and heat generation in the computing process," *IBM Journal of Research and Development*, vol. 5, pp. 183-191, 1961
-] NM [M. Nakahara, "Geometry, Topology and Physics," Institute of Physics Publishing, Philadelphia, 1990 ; J. Marsden and T. Ratiu, "Introduction to Mechanics and Symmetry", Springer-Verlag, New York, 1994 ; R. Mosseri and R. Dandolo, "Geometry of entangled states, Bloch spheres and Hopf fibrations", *J. Phys. A* 34 (2001), 10243-10252
-] MC [S. Matarrese, M. Colpi, V. Gorini, U. Moschella (Eds). "Dark Matter and Dark Energy. A Challenge for Modern Cosmology". Springer (2011)
-] MD [David Mumford, Caroline Series, and David Wright. "Indra's Pearls. The Vision of Felix Klein". Cambridge University Press, 2002. Русский перевод Мамфорд Д., Райт Д., Сирис К. "Ожерелье Индры. Видение Феликса Клейна". М.: Издательство МЦНМО, 2011
-] MJ [Juan Maldacena, "The Illusion of Gravity". *Scientific American*, November 2005. Русский перевод: Хуан Малдасена, "Иллюзия гравитации", «В мире науки» №2, 2006, <http://elementy.ru/lib/430191>

-]MS [Michael Shermer. "Proof of Hallucination. Did a neurosurgeon go to heaven?" Scientific American, April 2013
-]MT [Gabriel Molina-Terriza, Jaume Recolons, Juan P. Torres, Lluís Torner, and Ewan M. Wright. "Observation of the Dynamical Inversion of the Topological Charge of an Optical Vortex", Physical Review Letters, vol 87, 023902 (Issue 2 – June 2001)
-]MY [Юрий Манин. "Не мы выбираем математику своей профессией, а она нас выбирает". Интервью газете "Троицкий вариант", №13, 30 сентября 2008
-]OL [Oliver Lodge, "Raymond, or Life After Death", 1916
-]OP [Y. Oz, T. Pantev and D. Waldram (2000) "Brane-Antibrane Systems on Calabi-Yau Spaces", [arXiv:hep-th/0009112]
-]PH [Pauli to Heisenberg, 21 Dec. 1957 [2811] in K. v. Meyenn, ed.: Wolfgang Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u.a., Vol V. Springer-Verlag (1996)
-]PJ [Pauli to Jaffé, 5 Jan. 1958 [2825], in K. v. Meyenn, ed.: Wolfgang Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel, Vol IV. Springer-Verlag (1996)
-]PL [L. Papantonopoulos (Ed.) "The Invisible Universe: Dark Matter and Dark Energy". Lecture Notes in Physics 720. Springer (2007)
-]PP [Pauli to Pais, 17 Aug. 1950 [1147], in K. v. Meyenn, ed.: Wolfgang Pauli, Wissenschaftlicher Briefwechsel, Vol IV, Springer-Verlag, (1996)
-]PR [Roger Penrose, "The Road to Reality. A Complete Guide to the Laws of the Universe", J.Cape (2004). Русский перевод: Пенроуз Р. "Путь к реальности, или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель", Ижевск НИЦ (2007)
-]PT [J. Polchinski, L. Thorlacius (1994) "Free Fermion Representation of a Boundary Conformal Field Theory". Phys.Rev.D50:622-626, 1994. [arXiv:hep-th/9404008]
-]RF [Richard Feynman & Ralph Leighton, "Surely You're Joking, Mr. Feynman!" W.W.Norton, New York, 1985. Русский перевод: Ричард Фейнман "Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!" Ижевск: РХД, 2001.
-]RP [Roger Penrose. "Cycles of Time: An Extraordinary New View of the Universe". The Bodley Head. 2010
-]RS [Randall L, Sundrum R. "A Large Mass Hierarchy from a Small Extra Dimension". Phys. Rev. Lett. 83 3370 (1999); arXiv:hep-ph/9905221. Lisa Randall. "Warped Passages: Unraveling the Universe's Hidden Dimensions". ECCO Press (2005). Русский перевод: Рэндалл Лиза, "Закрученные пассажи: Проникая в тайны скрытых размерностей пространства". М.: УРСС (2011)
-]SA [A. Sen (1998) "Tachyon Condensation on the Brane Antibrane System" [arXiv:hep-th/9805170]; A. Sen, "Rolling tachyon," JHEP 0204, 048 (2002) [arXiv:hep-th/0203211] ; A. Sen, "Tachyon matter," JHEP 0207, 065 (2002) [arXiv:hep-th/0203265]
-]SC [Claude Shannon, "Scientific Aspects of Juggling", in N.J.A. Sloane and A. D. Wyner (eds), "Claude Elwood Shannon Collected Papers," New York, IEEE Press (1993) pp. 850-864 ; Peter J. Beek and Arthur Lewbel, "The Science of Juggling", Scientific American, November 1995, pp 92-97.
<https://www2.bc.edu/~lewbel/jugweb/sciamjug.pdf>

-] SK [David B. Kaplan and Sichun Sun, "Spacetime as a Topological Insulator: Mechanism for the Origin of the Fermion Generations". Phys. Rev. Lett. 108, 181807 (2012). Preprint arXiv:1112.0302v3 [hep-ph].
-] SL [L. Susskind, "The World As A Hologram," J. Math. Phys. 36, 6377 (1995), [arXiv:hep-th/9409089] ; R. Bousso, "The holographic principle," Rev. Mod. Phys. 74, 825 (2002), [arXiv:hep-th/0203101]
-] ST [Paul J. Steinhardt, Neil Turok, "Endless Universe: Beyond the Big Bang". Broadway. 2008
-] TE [Edward O. Thorp, "The Invention of the First Wearable Computer", 2nd. International Symposium on Wearable Computers, Pittsburgh, Pennsylvania, October 19-20, 1998.
<http://www1.cs.columbia.edu/graphics/courses/mobwear/resources/thorp-iswc98.pdf>
-] TF [Fritjof Capra, "The Tao of Physics", Shambala, Boston, 1975. Русский перевод: Фритъоф Капра, "Дао физики", Киев: София, 2000.
-] TM [Trott, M. "Bending a soccer ball – mathematically". Mathematica Guidebooks, June 2006, (<http://www.mathematicaguidebooks.org/soccer/>)
-] TW [Thomson W. (Lord Kelvin). "19th century clouds over the dynamical theory of heat and light". Philosophical Magazine and Journal of Science, 2, 1–39; (1901)
-] VI [Volovich IV, "p-adic string". Class. Quant. Grav. 1987. V. 4. P. 83-87.
-] VV [Владимиров В.С., Волович И.В. "Суперанализ, 1. Дифференциальное исчисление". ТМФ. 1984. Т. 59, № 1. С. 3-27 ; --, --. "Суперанализ, 2. Интегральное исчисление". ТМФ. 1984. Т. 60, № 2, С. 169-198 ; --, --. "p-Адическая квантовая механика". Доклады Акад. Наук СССР: Физика. 1988. Т. 302, № 2. С. 320-322 ; engl. version: Vladimirov V.S., Volovich I.V. "P-adic quantum mechanics". Commun. Math. Phys. 1989. Т. 123, С. 659-676 ; В. С. Владимиров, И.В. Волович, Е. И. Зеленев, "p-Адический анализ и математическая физика", Наука, М., 1994; engl. version: V.S. Vladimirov, I.V. Volovich, Ye.I. Zelenov, "p-Adic Analysis and Mathematical Physics", World Scientific, Singapore, 1993
-] WE [Edward Witten, "Anti-de Sitter Space and Holography". Advances in Theoretical and Mathematical Physics, Vol. 2, pages 253–291; 1998, [arXiv:hep-th/9802150]
-] WH [P. Horava and E. Witten, "Heterotic and Type I String Dynamics from Eleven dimensions," Nucl. Phys. B460 (1996) 506, [arXiv:hep-th/9510209]
-] WJ [Wheeler J.A. (1998) "Geons, Black Holes & Quantum Foam: A Life in Physics". New York, W.W. Norton & Company, pp. 63-64.
-] WS [F. Wilczek. "Quantum time crystals". [arXiv:1202.2539] ; A. Shapere and F. Wilczek. "Classical time crystals". [arXiv:1202.2537].
-] YC [C.N. Yang, "Chern Symposium," June 1979 (preprint CERN TH 2725 [1979]); "Magnetic Monopoles, Gauge Fields, and Fiber Bundles," (preprint ITP/SB 77-14)
-] YM [Yu. Matiyasevich (2007) "Hidden Life of Riemann's Zeta Function", [arXiv:0709.0028; arXiv:0707.1983]
-] YV [Yvon Villarceau, Antoine Joseph François (1848). "Théorème sur le tore". Nouvelles Annales de Mathématiques. Série 1 (Paris: Gauthier-Villars) 7: 345–347.

ССЫЛКИ «ВНУТРЕННИЕ»

- [10] Два мира, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex10/>
- [12] Паскаль-Пашелес-Паули, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex12/>
- [13] Нечто иное, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex13/>
- [14] Высочайшая гармония, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex14/>
- [16] Это ты моя тень, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex16/>
- [17] Язык синтеза, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex17/>
- [1B] Мировая формула, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex1b/>
- [1C] Что-то случилось, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex1c/>
- [1D] Незабавные совпадения, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex1d/>
- [1E] Интерпретация Эверетта, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex1e/>
- [1F] Жонглер на поезде, <http://kniganews.org/map/n/00-01/hex1f/>
- [40] Забытые тайны, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex40/>
- [43] Танцы на песке, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex43/>
- [44] Водные аттракционы, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex44/>
- [45] Семейное дело, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex45/>
- [46] Похоже на атмосферу, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex46/>
- [49] Мебиус и электричество, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex49/>
- [4A] ЭПР и относительность, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex4a/>
- [4B] Бразильский орех и гравитация, <http://kniganews.org/map/e/01-00/hex4b/>
- [50] Сны Декарта, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex50/>
- [51] Одиссея вихревой губки, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex51/>
- [53] Идентификация осциллона, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex53/>
- [56] Как это крутится? <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex56/>
- [59] Слово один сквозь другого, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex59/>
- [5B] Почти мистика, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex5b/>
- [5D] Принцип относительности Максвелла, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex5d/>
- [5E] Принцип дуализма Хайда, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex5e/>
- [5F] Принцип неопределенности Гельмгольца, <http://kniganews.org/map/e/01-01/hex5f/>
- [60] Загадки додекаэдра, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex60/>
- [61] Вглядываясь назад, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex61/>
- [62] Космос как зал зеркал, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex62/>
- [63] Аномальные факты и структуры, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex63/>
- [64] И все-таки она вертится? <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex64/>
- [65] Супержидкий кристалл, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex65/>
- [67] Спин на ленте Мебиуса, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex67/>
- [69] Развилки истории, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex69/>
- [6A] Свет как дислокация, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex6a/>
- [6C] Резиновая геометрия, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex6c/>

- [6D] Конвективная геометрия, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex6d/>
- [6E] Гранулированная геометрия, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex6e/>
- [6F] Многомерная геометрия, <http://kniganews.org/map/e/01-10/hex6f/>
- [70] Наука а la Ривербэнк, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex70/>
- [71] Левитация и звук, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex71/>
- [72] Эволюция спиралей, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex72/>
- [74] Полная запись, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex74/>
- [75] Между жидкостью и кристаллом, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex75/>
- [78] Физика информации, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex78/>
- [79] Обратимость с участием разума, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex79/>
- [7A] Когерентность без ошибок, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex7a/>
- [7C] Структура системы, <http://kniganews.org/map/e/01-11/hex7c/>
- [84] Раздвоение имеет значение, <http://kniganews.org/map/w/10-00/hex84/>
- [85] Замыкая круг, <http://kniganews.org/map/w/10-00/hex85/>
- [86] Двуделение с деформированной геометрией, <http://kniganews.org/map/w/10-00/hex86/>
- [88] Пещера и слон, <http://kniganews.org/map/w/10-00/hex88/>
- [89] Фазовые переходы с переворотом, <http://kniganews.org/map/w/10-00/hex89/>
- [8A] Без паники – тахионы, <http://kniganews.org/map/w/10-00/he8a/>
- [8B] Тахионный кристалл, <http://kniganews.org/map/w/10-00/hex8b/>
- [8C] Петли и сети, <http://kniganews.org/map/w/10-00/hex8c/>
- [MI] Недостающая идея, <http://kniganews.org/2012/11/17/langlands-plus/>
- [MP] Сад сходящихся троп: Манин и Паули, <http://kniganews.org/2012/03/25/manin-and-rauli/>
- [TI] Вселенная как топологический изолятор, <http://kniganews.org/2012/09/17/univer-topological-insulator/>