Гипотеза объективно существующего мира, положенная в основу научного метода, согласно критерию фальсификации Поппера не может рассматриваться, как научная, ибо факт существования мира вне сознания не может быть подвергнут проверке. Лишь только эмпирический опыт, открывающий, физическую реальность, в силу своей аподиктической достоверности, не требует доказательств. Осознание этого факта наталкивает на мысль о субъективном происхождении физических законов. Какими будут физические законы для наблюдателя (субъекта), являющегося частью той же системы, которую он наблюдает? Анализ этого вопроса приводит к неожиданному выводу: Автореферентное взаимодействие наблюдателя с самим собой порождает весь спектр известных нам физических закономерностей! Концепция «субъективной физики», развиваемая автором, позволяет по-новому взглянуть на структуру физической реальности и дает ключ к решению ряда трудных концептуальных проблем. Книга рассчитана на читателя, имеющего базовые знания в области теоретической физики.

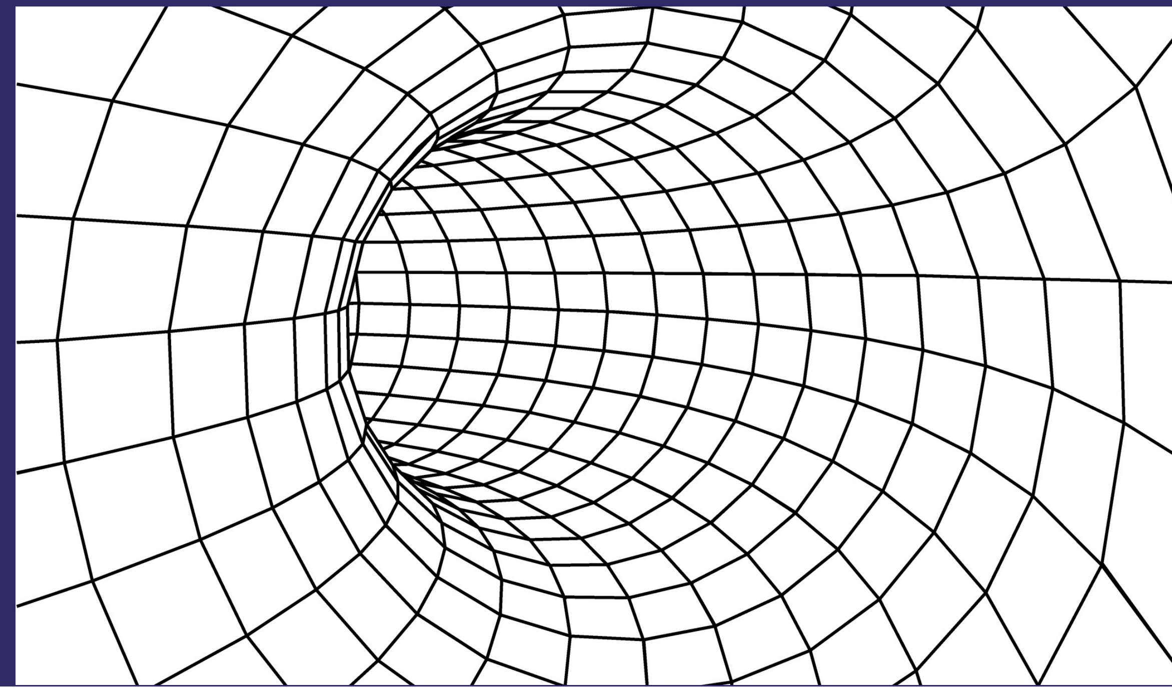
**Александр Каминский**

Физик. Работает в компании Elfi-Tech (Israel), занимающейся неинвазивными лазерными технологиями в медицине. Область интересов: Концептуальные проблемы физики, эпистемология, онтология.

978-3-659-22654-0

Субъективная физика

Каминский



Александр Каминский

# Физическая неполнота - ключ к объединению физики

Гипотезы, размышления, исследования

LAP LAMBERT Academic Publishing

**Александр Каминский**

# Физическая неполнота - ключ к объединению физики

Александр Каминский

# Физическая неполнота - ключ к объединению физики

## Гипотезы, размышления, исследования

LAP LAMBERT Academic Publishing

**Impressum / Выходные данные**
Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.
Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу http://dnb.d-nb.de.
Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено: www.ingimage.com

Verlag / Издатель:
LAP LAMBERT Academic Publishing
ist ein Imprint der / является торговой маркой
AV Akademikerverlag GmbH & Co. KG
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия
Email / электронная почта: info@lap-publishing.com

Herstellung: siehe letzte Seite /
Напечатано: см. последнюю страницу
**ISBN: 978-3-659-22654-0**

# Содержание

# Введение

Существует мнение, что природа не обязана быть нам понятной и поэтому, физика должна описывать явления, а не объяснять их. К сожалению, этот позитивистский тезис в последнее время стал доминирующим - познание природы сводится к поиску подходящего формализма. Возможно, это наиболее экономичный путь, приносящий немедленную практическую пользу, но теории, полученные «жонглированием» символами и оторванные от глубинной понятийной базы, обречены на скучное дедуктивное развитие без смысла и цели. С некоторых пор физическая наука чрезмерно злоупотребляет этим подходом. Благие намерения найти смысл, обосновать, объяснить быстро забываются и не понятое, так и остается не понятым. Опасность состоит в том, что идет привыкание,- ощущение дискомфорта от непонимания постепенно притупляется и невероятное трансформируется в очевидное! Именно это происходит сегодня на наших глазах с квантовой механикой. Согласно копенгагенской интерпретации, бессмысленно задавать природе слишком много вопросов. В результате, новые поколения физиков уже не способны удивляться квантовым «чудесам».

Другой путь познания лежит через понимание, и физическую интуицию. Но годится ли наша интуиция, опирающаяся на локально-реалистический опыт для понимания теории относительности и квантовой механики? На первый взгляд – нет. Но, может быть как раз это и означает, что мы немного поторопились, объявив эти теории истиной в последней инстанции на все времена? Как известно, интуиция Эйнштейна противилась считать КМ законченной теорией. Многие его последователи и сегодня считают, что за квантовыми "чудесами" кроется нечто простое и понятное, лежащее, буквально, на поверхности и именно поэтому, постоянно ускользающее от нашего взора. Эйнштейн утверждал, что волновая механика не полна, и со временем должна появиться более глубокая теория, объясняющая суть квантовых явлений. Того же мнения придерживался Поль Дирак. По мнению Дирака, создание такой теории возможно только ценой существенного пересмотра современной физической парадигмы. Это сопряжено со значительными трудностями и на сегодня не имеет серьезной мотивации. Поэтому, копенгагенская интерпретация КМ, названная так в честь события 1927 г, когда в совместной работе Нильса Бора и Вернера Гейзенберга в Копенгагене была дана окончательная формулировка современной квантовой механики, стала основной парадигмой физики 20-го столетия. Глубинную неудовлетворенность части физиков сложившимся положением вещей нельзя объяснить их консерватизмом или неспособностью принять что-то новое... Эйнштейн, Дирак, де-Бройль не были консерваторами! Говоря о квантовой механике, И. И. Раби писал: " ...Мне кажется, что мы упустили ключевой момент". Мы не знаем, имел ли в виду Раби что-то конкретное...

Этим "ключевым моментом" на мой взгляд, может быть ***неполнота, обусловленная характером субъект - объектных отношений в конечном мире***. Но об этом позже.

Позиция «понимания» очень уязвима. Действительно, не наивно ли полагать, что природа обязана быть нам понятной? Я думаю, что нет. И вот почему. Человек не сторонний наблюдатель,- он часть мира. И в нем, как в осколке голограммы отражен этот мир со всеми его свойствами. Отражен, конечно, приблизительно, как набросок или намек на истинное положение вещей. Но именно это и дает базу для понимания и интуиции. Понимание, с этой точки зрения есть не что иное, как обнаружение корреляции между внешним миром и некоей не осознаваемой репликой уже имеющейся в сознании. Поэтому, не следует отказываться от стремления к пониманию. Многие мыслители указывали на то, что человек или, с точки зрения физики, наблюдатель гораздо глубже замешан в познавательном процессе, чем мы думаем. Например, И.Кант утверждал, что мы сами являемся источником законов впоследствии открываемых в природе. Ниже мы увидим, что эта, на первый взгляд, крайняя точка зрения, имеет серьезные основания.

В настоящее время физики в основном озабочены построением единой теории взаимодействий. Такую теорию еще называют Теорией Всего (Theory of everything) или Теорией Великого Объединения. Но насколько соответствуют столь громкие названия теории, призванной всего лишь объединить в единую схему известные силы природы? «Что побуждает ученых использовать термин "теория всего" для названия столь малого, хотя и захватывающего отрезка знания?»,-

спрашивает Д. Дойч. Предположим, что долгожданная теория построена, что физики наконец-то преодолели все громоздящиеся на этом пути трудности и нашли способ связать квантовую механику и теорию гравитации. Насколько понятнее станет нам мир, в котором мы живем? Нет сомнения, что упомянутая теория Великого Объединения это только частная проблема, ибо она оставляет за пределами нашего внимания, следующие важнейшие вопросы:

- ***Проблема интерпретации и обоснования квантовой механики*** *- является ли квантовая теория эмпирической теорией, принципиально допускающей обоснование или это фундаментальная истина и ее дальнейшая детализация не возможна?* Что происходит при измерении?

- ***Проблема времени*** *- что определяет стрелу времени и рост энтропии?*

- ***Проблема релятивизма*** *- что стоит за ограничением на скорость распространения информации? Что означает псевдоевклидовость?*

- ***Психофизическая проблема*** *- сводится ли проблема сознания к физике (редукционизм?) Если да, то, что является "терминалом", связывающего психику с физическим миром?*

В большой обзорной статье, посвященной проблемам современной физики на рубеже тысячелетия и опубликованной в журнале «Успехи физических наук» № 4 за 1999 год академик В.Л. Гинзбург выделил эти концептуальные проблемы физики, как особо важные. Однако, Гинзбург несколько погорячился, назвав их физическими. Эти проблемы, по всей видимости, не могут быть решены в рамках той науки, которую мы сегодня называем физикой. Связь между ними обнаруживается исключительно на метауровне. Но в этом нет ничего плохого. Наука развивается исключительно путем трансцендирования собственной сферы компетенции.

В 60-х годах прошлого века А. Зельманов нарисовал "куб физических теорий", построенный на трех ортогональных осях 1/c, G, h, где c-скорость света, G- гравитационная постоянная и h-постоянная

Планка. Когда одна из констант обращается в ноль, согласно принципу соответствия, происходит предельный переход в плоскость одной из комбинированных теорий. Желая подчеркнуть важность проблемы необратимости, мы несколько изменим пространство Зельманова и выделим для теории необратимости (условно термодинамике), отдельную ось. Теорию же относительности и гравитацию объединим в одну теорию пространства-времени Эйнштейна. Итак, мы рассматриваем трехмерное пространство теорий Бора, Эйнштейна и Клаузиуса. Стрелка, направленная по диагонали по всей видимости указывает на некую новую Физику, содержащую, как я покажу ниже, потенциал обоснования каждой из этих теорий. Эту предполагаемую теорию мы назовем – Субъективной Физикой (СФ). Смысл этого названия будет раскрыт позже.

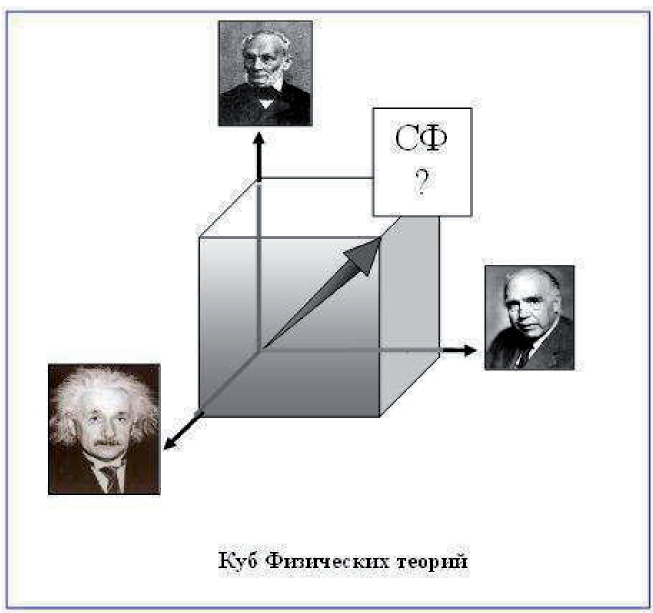



Рис.1

При изучении СТО и КМ меня всегда преследовало ощущение неудовлетворенности. Размышляя, я нашел удивительное решение, которое, если окажется верным, не только объяснит релятивистский и квантовый характер физической реальности, но и укажет на общий корень, связывающий СТО, КМ и термодинамику в одну схему.

Именно об этом и пойдет речь в настоящей работе.

## Глава 1. Наблюдатель

Наблюдатель – ключевой элемент в структуре самосогласованной физической теории. Поэтому, отсутствие теории наблюдателя тормозит развитие физической науки. Успех традиционного подхода, предполагающего возможность судить о явлениях, как независимых от наблюдателя (именуемого, в широком смысле, научным), обусловлен тем, что методология науки исторически складывалась, как инструмент обслуживания наших практических нужд. Физика в основном нацелена на исследование подсистем, поэтому, попытки распространить классический научный подход на большие области пространства- времени и, тем более, на всю Вселенную, сразу же наталкиваются на непреодолимые концептуальные проблемы, свидетельствующие о ее методических ограничениях. Прежде всего, заметим, что самосогласованное представление о мире, не должно допускать в теорию метафизического наблюдателя. В мире нет ничего, кроме самого мира! Как не парадоксально, но в основе научного метода лежит совсем ненаучное представление об ***объективном наблюдателе***. Метафизический наблюдатель, способный судить обо всей Вселенной укрылся в самой сердцевине научного метода! Но в строгой теории не должно быть места демоническим наблюдателям. Наблюдатель – часть вселенной, а не что-то дополнительное и независимое от нее. Я покажу, что именно это положение вещей, когда наблюдатель «смотрит» на мир изнутри, являясь его неотъемлемой частью, и создает те специфические ограничения, которые, в конечном счете, определяют структуру физической реальности. Этот подход я буду называть субъективной физикой.

Теория строится формально и не предполагает отождествление субъекта с живым наблюдателем. Более того, такое отождествление приводит к противоречиям. Поэтому, наблюдателя я определю абстрактно, как множество состояний сознания. Соответственно и термин "субъективность", используется исключительно, как признак отношения к наблюдателю и не имеет прямого отношения к психологии индивида. Например, "субъективное время", наподобие "собственного времени" в теории относительности, означает время, измеряемое наблюдателем. Несмотря на многочисленные философские отступления, необходимые для лучшего понимания предмета, теория строится на строгой математической базе, поэтому, метафизические аллюзии, которые будут обнаружены философски настроенным читателем, я оставляю на его совести.

Обратим внимание, что в отличие от разрабатываемого здесь подхода, традиционный научный метод, как раз, основан на метафизическом представлении об объективной реальности, существующей вне зависимости от наблюдателя. Не претендуя на построение законченной самосогласованной картины физической реальности, я попытаюсь ответить на вопрос - чем и в каких областях физики новый, рассматриваемый здесь взгляд может оказаться полезен?

"Если теорию нельзя объяснить "на пальцах", то это плохая теория". Я не помню, кто это сказал, но это был кто-то из великих. Этот взгляд, не смотря на свою не очевидность, вполне осмыслен в контексте целостности системы  человек – природа. В нашем изложении я буду стараться следовать принципу «хорошей теории» не оставляя понимание «на потом» и каждый раз доводя цепочку осмыслений до базовых, атомарных понятий.

Основным принципом, на котором базируется познавательная деятельность это наличие наблюдателя. Наблюдатель – это Я. Но, что есть Я на самом деле? Ведь Мое тело, мой мозг – это всего лишь наблюдаемая мной часть физической реальности. Возможно, это несколько трудный для понимания и контр - интуитивный вопрос, но так как он важен для понимания дальнейшего, мы начнем именно с него. Конечно, мы могли бы ограничиться чисто формальным определением наблюдателя, как части некоей конечной замкнутой системы. Это нисколько не повлияло бы на формальный результат наших дальнейших построений. Однако, именно, требование понимания заставляет нас сделать первое небольшое отступление в область метафизических оснований сознания. Те же читатели, кого удовлетворяет формальная сторона вопроса, могут продолжить чтение со следующей главы.

Хорошо известно, что реальность дается нам через ощущения. Но сами ощущения ничего не говорят нам, ни о субъекте ощущений, ни об их источнике. Мы судим об этом, опираясь на логику, которая может быть не адекватна в этой области. Мы почему-то уверены в существовании референта ощущений - физической реальности, отдельной от этих ощущений и являющейся их индуктором. Что же касается, субъекта ощущений, то мы наоборот склонны исключать его из рассмотрения, именуя этот подход научным. Физик- космолог Д.Линде объясняет это следующим: "мы обнаруживаем, что наши ощущения подчинены некоторым закономерностям, что наиболее просто истолковывается как существование за ними некоей реальности. Далее эта модель мира, подчиняющегося законам физики, становится настолько успешной, что мы вскоре забываем об ее истоках и говорим, что единственной реальностью является материя"[1]. Представление о существовании субъекта ощущений - результат не совсем очевидного вывода о том, что, если есть ощущения, то, следовательно, должен быть и тот, кто ощущает! Действительно, кто или что является свидетелем существования эмпирической реальности? Кен Уилбер спрашивает: "Считаете ли вы себя телом, или находите, что обладаете телом? ". Любой человек, способный к элементарной интроспекции ответит, что его телом управляет сознание, его Я или Эго. Но, ни кто вам не ответит, что именно он имеет в виду.

Считается, что физическая реальность посредством органов чувств отображается на кору головного мозга в виде "отпечатка" электрохимической активности, вызывая непонятно как видимые образы реальности, которые уже относят к психологии. Отметим еще раз, что реальность дана нам исключительно в ощущениях и, что изучая, скажем, мозг или атом, мы имеем дело вовсе не с объектами реальности, если таковые имеют место быть (за ними Кант, в свое время, закрепил термин «вещь в себе»), а все с теми же комплексами ощущений! Убедительность иллюзии физической реальности часто вводит нас в заблуждение, и мы забываем, о том, что это иллюзия. Мозг это то, что мы видим, но не то чем мы видим! Поэтому, было бы опрометчиво, без оговорок, роль субъективного наблюдателя отдать физическому существу человека.

Посмотрите на свои руки, пощупайте свое лицо или посмотрите в зеркало. Что вы видите? Является ли это материальное тело наблюдателем? Казалось бы, да – у вас есть глаза и другие органы чувств и это вы наблюдаете и ощущаете этот мир и себя в нем. Однако, легко понять, что в общем случае, совокупность ощущений, вызванных наблюдением себя, никак не может быть самим наблюдателем. Действительно, совершенно очевидно, что фотография фотокамеры, сделанная ей же самой (нужно воспользоваться зеркалом) не является фотокамерой. В этом смысле, изучать мозг со "скальпелем" в руках так же бессмысленно, как изучать устройство фотоаппарата, разрезая ножницами фотографии с его изображением. Здесь мир – фотография становится доступным нам, как коррелят интенционального акта фотографирования. Конечно, эта аналогия несколько груба, но идею она передает достаточно точно. Лефевр для иллюстрации этой идеи использует другой образ [2]. Он говорит о строке бегущей рекламы и о поле лампочек, на котором прогоняется текст. Он пишет: "Как бы глубоко мы не изучили электрические связи, управляющие движением текста, это нисколько не продвинет нас в понимании природы текста, его логического и лингвистического строения, наконец, его смысла. Хотя бесспорно, что без поля лампочек текст существовать не может, и любая авария поля повлечет за собой гибель текста". Точно так же, нарушения в коре головного мозга приводят к искажению, выпадению фрагментов, и даже "гибели" осознаваемой реальности. Умирает ли при этом наше «Я» или не умирает? Шопенгауэр пишет [3]: "всегда сознание являлось мне не как причина, а как продукт и результат органической жизни... Но, с другой стороны, столь же мало оснований заключить, что так как органическая жизнь здесь прекратилась, то и сила, которая доселе приводила ее в действие, обратилась в ничто, - как от остановившейся прялки нельзя заключать о смерти пряхи". И, действительно, пожелтела и рассыпалась старая фотография, но по-прежнему зелен и прекрасен мир, который на ней был запечатлен. Перегорели лампочки в электронном табло Лефевра, но текст всегда может быть воспроизведен на других носителях, ибо смыслы не материальны и, как верно отметил Булгаков, - «рукописи не горят». Не материален и, следовательно, не тлен и сам наблюдатель, ибо материя есть только комплексы ощущений. "Время, когда меня не будет, объективно придет, но субъективно оно никогда не может прийти" – пишет Шопенгауэр. Это понимание находит свое отражение в концепции многомирия Эверетта. Квантовое бессмертие (Quantum immortality) один из выводов к которому приводит этот взгляд [4,5]. Но вернемся к основной теме.

Если, хотя бы на время, отвлечься от навязчивой иллюзии объективного существования и единственности наблюдаемой реальности, то можно заметить, что физическая реальность образует один из множества уровней абстракции в структуре, подобной структуре программного обеспечения современного компьютера, где каждый следующий уровень включает в себя предыдущие, образуя структуру матрешки. Наша гипотеза состоит в том, что сознание возникает, не как системное свойство с "горизонтальными" связями внутри слоя одного уровня абстракции, что означало бы справедливость сомнительной гипотезы сильного искусственного интеллекта[1], а как свойство иерархии с "вертикальными" связями. Объективный мир, физический мир, ментальный мир – образуют "видимые" нами фрагменты такой иерархической структуры. Такой подход может объяснить почему мы не находим в мозгу "терминала", связывающего психику с физическим миром. Его там просто нет, так как структура связей имеет проективный характер. В этом случае, искать в мозге "центр понимания", "орган ощущений" или "генератор воли" так же бессмысленно, как искать причину поведения тени, отбрасываемой человеком в солнечный день, в самой тени. Такого рода субъект - объектные отношения, бывшие в свое время предметом внимания трансцендентальных философий Канта и Гуссерля, в настоящее время можно исследовать на физико-математической основе. Известно, что в сегодняшней формулировке, квантовая механика, теория относительности и термодинамика изобилуют парадоксами и плохо совместимы друг с другом. Выходом из этого положения может быть - переход к субъективному наблюдателю и контекстуально зависящей от него физической реальности. Такой подход мог бы дать ключ к решению проблемы, объединяя перечисленные дисциплины на общей фундаментальной основе. В последующих главах мы предложим проект такой теории. К сожалению, вместе с тем, дает о себе знать старая, почти забытая проблема, которая в свое время мучила Декарта, и к которой мы неизбежно возвращаемся, объявляя физическую реальность субъектно-зависимой. Это проблема связи сознания и

[1] см. редукционизм.

феноменального мира. В свое время Декарт специально разрушил шаткий мост, связывающий мир нашей субъективности с физической Вселенной, ибо тогда не было достаточно прочных "материалов" для его строительства, а временные ненадежные конструкции не удовлетворяли сформулированному принципу научности. Но именно благодаря этому "вандализму", на протяжении последующих веков и стало возможным построить науку о физической Вселенной. Теперь, когда мы знаем о мире много больше, чем в 17 веке, мы можем вновь вернуться к проблеме построения такого моста. В связи с этим, представляет интерес гипотеза М.Б.Менского о том, что выбор альтернатив при квантовом измерении это и есть сознание. Эта старая идея, несколько усиленная Менским, кажется мне недостаточной. Выбор альтернатив, несомненно, связан с сознанием, но это только внешняя – феноменальная сторона явления. Богатая традиция исследования этого предмета философией и психологией, свидетельствует о его сложности и многогранности. Опираясь на эту базу, мы и попытаемся понять место сознания в структуре будущей физической парадигмы.

Феноменология наиболее глубоко проникла в проблему сознания. Процедура феноменологической редукции эпохе (греч. ἐποχή) [6] позволяет выделить в сознании некое инвариантное ядро, свободное от наслоений феноменального мира и исследовать его. Для нас будет достаточна редукция "первого порядка" (в отличие от трансцендентальной редукции или редукции второго порядка). Процедура эпохе – некий, образно выражаясь, "ритуал" очищения, в результате которого из рефлектируемого поля исключается феноменальный мир физики и остается только психология. От "Я" не остается ничего кроме базиса чистых состояний сознания – качеств или квалиа (лат. qualia — свойства, качества), упакованных в совершенно непроницаемую оболочку субъективности. Непроницаемость здесь означает, что качества, вследствие не информационности их природы, не могут быть переданы в сообщении другому лицу и не могут быть постигнуты каким-либо иным способом, кроме прямого переживания. Качества часто воспринимаются, как атрибуты объектов, например, "красный квадрат" или "движение (скажем поезда)". Однако, это опять же фантомом антропоморфного образа мышления. Объектов воспринимаемой реальности, как таковых, не существует,- объекты это комплексы качеств –

суперпозиции в ортогональном базисе состояний сознания. Конструкты (суперпозиции) некоторого подмножества качеств образуют "тело" субъекта. Тело субъекта $Я_i$ - суть физический мир (Вселенная) с физическим существом (животным) наблюдателя, заброшенным в определенные обстоятельства времени и места. Индекс у Я означает, что это не рафинированное Я, полученное феноменологической редукцией, а атрибутивное Я, представляющее собой проекцию инвариантного Я в пространстве состояний сознания. Мы его еще назовем – личностью. Таким образом, не мозг является генератором качеств, а, наоборот, в пространстве качеств, мозг является конструкцией, моделью, необходимой для выполнения функций ментального характера. Возвращаясь к нашей фотографической метафоре, можно сказать, что мозг так же соотносится с субъектом (наблюдателем), как фотография с фотокамерой. В акте рефлексии или самосознания мозг возникает, как вещь, как элемент физической реальности, и для него любая информация бессмысленна, как бессмыслен это текст, для моего текстового редактора. Но он необходим, как необходима бумага для фотографии, или поле лампочек для текста. Возникающую в рефлексии физическую реальность, можно рассматривать, как модель объективной реальности. Физическая реальность $Я_i$, частью которой является и наш мозг, в свою очередь, порождает дочерний мир ментальности - структурированный мир, включающий математику, логику, вербальные языки и.т.д.

Субъективно, Мир представляется иерархией вложенных систем. Здесь я должен, сразу же, предостеречь читателя от возможного неверного понимания. Я говорю не об иерархии *физических систем*, а об иерархии, в которой наш физический мир является одним из элементов.

Субъект в Мире всегда порождает иерархию, в которой любой слой разумен по отношению к своему содержанию,- разумен не в бихевиористском смысле, а в смысле наличного имманентного сознания. В этом понимании, сознание есть способ бытия иерархических структур. Я существую и осознаю это потому, что нахожусь в отношении с "не Я". Мировое Целое – однородно и бескачественно. Качества и сопряженное с ними бытие во времени однозначно связаны с возможностью дробления Целого на части и с возникновением субъективной асимметрии. Понятие «субъективной асимметрии» очень важно. Его определению и формализации будет посвящена отдельная глава. Ниже я покажу, что способ разбиения Мира на части, определяя спектр квалиа, в конечном счете, определяет и выбор субъективной реальности из множества возможных альтернатив. Итак, сознание в акте рефлексии, порождает модель, которую мы называем материальным миром ($Я_i$). В связи с этим напомним, слова И.Канта, утверждавшего, что "Феноменальный мир является продуктом синтетической деятельности нашего рассудка". Этот первый уровень иерархии моделей, возникающий в акте сознания, является миром – потомком по отношению к объективному миру. С точки зрения мира потомка, существование материнского мира может быть либо постигнуто по аналогии с непосредственно воспринимаемой нижележащей частью иерархии, либо, поставлено под сомнение, ибо, как целое, он не входит в поле восприятия субъекта.

Субъекту дается в ощущениях лишь его собственное содержание. Но это содержание и есть феноменологическая реальность. Когда я вижу свою руку, то это моя рука - часть меня. Когда я вижу луну, то луна тоже часть меня потому, что то, что я называю луной - конструкт моего сознания. Объективно луны не существует, но тому образу, который существует в сознании, как элемент физической реальности, и называемому "луной", соответствует в комплементарной части {не Я} сопряженный ему элемент реальности (другое лицо мира в "Янус космологии" Лефевра[2]).

Ментальный слой сознания это модель второго уровня иерархии субъективности. Он так же является моделью материнского мира (на этот раз уже моделью модели, или моделью физической реальности), созданной сознанием по "образу и подобию". Частью ментального мира является математика. После краха программы Гильберта, призванной обосновать математику изнутри ее же средствами, стало ясно, и в настоящее время уже не вызывает сомнений, что математика вторична по отношению к субъективной физической реальности и в этом смысле, если не считать плохо обоснованных претензий, мало чем отличается от поэзии или философии. Любая модель беднее объекта моделирования. Идея интуиционизма полностью созвучна нашему пониманию. Напомним, что источником математических смыслов интуиционисты считают сферу субъективного. Только там, в глубинной интуиции математические образы точны и предельно ясны. Но, будучи записаны средствами формальной логики, теряют эти качества, о чем и свидетельствуют теоремы Геделя. "Мысль изреченная есть ложь!",- формулировка теоремы о неполноте в поэтической форме.

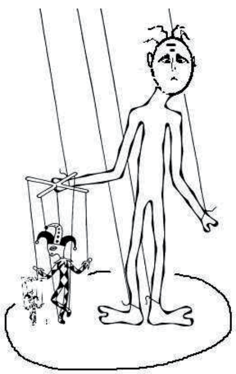


Рис. 2

Последовательное применение феноменологической редукции, завершающееся редукцией второго порядка (трансцендентальной), приводит к полному разрыву не только с объективным миром, но и с миром субъективным. Не только комплексы качеств, но и сама база качеств, над которой строится пространство субъективности, остается далеко позади, открывая горизонт некоей абсолютной сущности, конституирующей мир. Эту сущность Гуссерль называет трансцендентальной субъективностью или "первичным Я". А выражением, создавшегося в результате трансцендентальной редукции положения вещей, он называет формулу "Я есмь", которая, как, можно представить, является результатом редукции Декартовского "cogito ergo sum". Мы позаимствуем термин "трансцендентальная субъективность у Гуссерля, придав этому понятию, свойственный иерархии субъект объектных отношений, релятивизм (в этом понимании трансцендентальной субъективностью куклы является кукловод). Структурой трансцендентальной субъективности будем называть, упомянутую выше, субъективно - иерархическую структуру мира. Смысл сознания рождается в понимании места субъекта в структуре трансцендентальной субъективности, частью которой является он сам, и поэтому, не может быть постигнут рационально. "Разумность не есть некая случайная фактическая способность",- пишет Гуссерль,- "...это имя следует дать... универсальной сущностной форме структуры трансцендентальной субъективности вообще". Эта фраза сохраняет смысл и совершенно точна и после нашего обобщения.

Находясь на любой ступени иерархии трансцендентальной субъективности, субъект будет обладать сознанием по отношению к своим частям и в то же время, будет полностью механистичен с точки зрения материнского мира, частью которого является. ***Тем самым мы вводим новую фундаментальную относительность – относительность сознания.***

Действительно, автоматы, создаваемые нами, полностью детерминированы, тогда, как о самих себе мы другого мнения. Очевидно, что существа, находящиеся ступенькой выше в рассматриваемой иерархии, были бы о нашей духовности не лучшего мнения, чем мы о компьютерах. Мы знаем, что кукловод обладает сознанием, но достаточно ли у нас оснований лишать этого качества куклу (рис 2)?.

## Глава 2. Построение модели субъективного наблюдателя. Субъективная физика

Однажды я подумал, что было бы интересно проанализировать как должен выглядеть мир для его субъекта (отсюда название – субъективная физика). Какие физические законы сможет открыть субъект конечного мира, наблюдая его изнутри? Оказалось, что мир для такого субъекта будет обязательно квантовым. Он будет обязательно релятивистским. И он будет обязательно необратимым,- энтропия в таком мире будет расти! Так возникла идея субъективной физики. А теперь все по порядку.

Будем исходить из того, что мир в целом конечен, а наблюдатель (субъект) – его часть. Конечность мира здесь понимается не как ограниченность или изолированность в пространстве, но как принципиальная счетная конечность множества состояний мировой целостности, в дальнейшем Мира. Гипотетический объективный наблюдатель (Бог в примитивном креационизме) мог бы видеть наш мир, как целое, со стороны, но такого наблюдателя, по всей видимости, не существует. Для такого наблюдателя наш мир представляется не более чем скучной механической системой с большим числом степеней свободы, детерминированным механизмом, игрушкой без признаков духовности.

Основной идеей субъективной физики является представление о качественном изменении картины мира при переходе к субъективному наблюдателю. Только для субъективного наблюдателя, являющегося частью бездуховного мирового «механизма», возникает мысль и осознанная свобода выбора.

Взяв за основу мир с конечным числом состояний, следует разъяснить, почему мы отказываемся от бесконечности, дающей, казалось бы, гораздо больше возможностей, чем конечные модели? Дело, конечно не в отношении великих математиков к этому полезному понятию. Например, Д.Гильберт писал «Бесконечное нигде не реализуется, его нет в природе, и оно недопустимо как основа нашего разумного мышления». Вспомним в связи с этим и знаменитое высказывание Кронекера: «Бог создал натуральные числа, а все остальное - дело рук человеческих». Дело в том, что бесконечность конструктивна, а это намек на ее вторичность. То есть, бесконечность должна возникать сама, а не вводится «от руки». Ниже мы покажем, что введя понятие актуальной бесконечности, Кантор, в некотором смысле, предвосхитил наше понимания субъективной относительности бесконечного.

Итак, мы предположим конечность мира. Как мы увидим позже, эта модель окажется весьма плодотворной. Именно конечность и соответственно дискретность, положенные в основу нашей модели, дают ключ к решению целого ряда сложных проблем современной физики. Несмотря на простоту модели, мы обнаружим удивительное сходство ее свойств со свойствами физического мира.

Итак, пусть мир – есть конечное множество состояний, а Я его часть. Для меня, как части этого мира, понятие бесконечности возникает само. Смотрите! Если Я, как наблюдатель, имею конечное число N состояний, то тогда числа большие N для меня будут трансфинитны, ибо им не соответствует ни одно из моих состояний. Поэтому я не способен их не прочесть, не понять. Сделав ряд определений, этим наивным рассуждениям можно придать строгий математический смысл. Это простейшая конечная (!) модель бесконечности. Итак, мы приходим к первому любопытному выводу: КОНЕЧНЫЙ МИР ДЛЯ ЕГО СУБЪЕКТА «КАЖЕТСЯ» БЕСКОНЕЧНЫМ. Слово «КАЖЕТСЯ» я заключил в кавычки, ибо кажимость, возникающая по столь фундаментальным причинам должна быть онтологизирована.

## 2.1 Субъективное нарушение симметрии и субъективная неполнота.

Мир, каким видит его субъективный наблюдатель, будем называть ФИЗИЧЕСКИМ. А саму теорию, которую мы будем строить на основе этого понимания,- физикой или ***субъективной физикой***, подчеркивая тем самым основную идею - субъективное происхождение физических законов.

Построение субъективной физики начнем с рассмотрения субъекта $\mathrm{Subj}$, как конечного множества состояний сознания $Я_{\mathrm{i}}$. Этот подход диктуется нашим желанием в построении исходить из первых принципов. Но самым надежным, не требующим доказательств принципом является - конечное пространство состояний сознания $Я_{\mathrm{i}}$ в базисе чистых, аподиктически достоверных ощущений. Множество мировых состояний определим, как множество субъект – объектных пар $\{Я_{\mathrm{i}}, Я_{\mathrm{j}}\}$:

$$Я = Я_{Subj} \otimes Я_{Obj} \quad (2.1.1)$$

Неупорядоченность пар $\{Я_{\mathrm{i}}, Я_{\mathrm{j}}\}$ (фигурными скобками обозначено неупорядоченное множество) не позволяет определить на их множестве какие-либо структуры, в том числе, меру времени. В этом смысле, мир, как целое, не имеет истории.

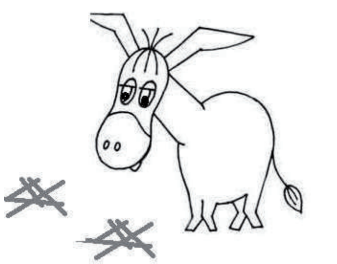
Несмотря на то, что объективно между парами $\{Я_{\mathrm{i}}, Я_{\mathrm{j}}\}$ и $\{Я_{\mathrm{j}}, Я_{\mathrm{i}}\}$ нет различия, для меня, как субъекта, это различие имеет значение. Субъект всегда идентифицирует свое положение в паре, так как его сознание направлено на объект (другой элемент в паре – «не Я»). Назовем это положение вещей - ***субъективным нарушением симметрии.***

Эту ситуацию Шредингер сформулировал в форме парадокса [7]:

"Даны два человеческих тела «А» и «В». Если «А» попадает в некоторую внешнюю ситуацию, то появляется определенная картина, например, вид на сад. «В» в это время должен находиться в темной комнате. Если теперь в темную комнату попадает «А», а «В» помещается в прежнюю ситуацию «А», то уже нет никакого вида на сад, он совершенно темен (именно потому, что «А» — мое тело, а «В» чье-нибудь другое). Противоречие очевидно потому, что для этих явлений, рассматриваемых, в общем и целом, отсутствует достаточное основание не в меньшей степени, чем для опускания одной из двух одинаково нагруженных чашек весов!" Если вы не обнаружили здесь парадокса, прочтите еще раз! Рассмотрим подробнее идею субъективного нарушения симметрии.

## 2.2 Субъективное нарушение симметрии и формализация проблемы Буридана

Объективно, множество пар $\{Я_i, Я_j\}$ образует связанный неориентированный граф: $\cdots \leftrightarrow \{Я_k, Я_i\} \leftrightarrow \{Я_i, Я_j\} \leftrightarrow \{Я_j, Я_l\} \leftrightarrow \cdots$ Но на неориентированном графе не может быть определено время и, соответственно, движение, ибо каждое состояние связано с двумя соседями, а правило выбора не задано. Связность, хотя и не осмысляема вне времени, не предполагает понятия "следующий". В какую сторону двигаться в кольце состояний? - по часовой стрелке или против? Направо или налево? Ситуация полностью симметрична и мотивированный выбор невозможен. Может ли такое правило само возникнуть внутри замкнутой системы? На неразрешимость этой ситуации указывал Жан Буридан (XIV век) в своей знаменитой апории. На рисунке 3 ослик не может выбрать между двумя охапками сена и рискует умереть с голоду. И, тем не менее, мы знаем, что, так или иначе, выбор всегда делается! Как же работает этот механизм? Есть целых 3 возможности. Либо 1) нашим миром, в котором до сих пор живы ослы (!), действительно правит случай. 2) либо он (наш мир) управляется извне. 3) либо мы, действительно, обладаем свободой выбора! Из дальнейшего будет



Только ОСЛЫ выбирают до смерти

Рис. 3

ясно, что в некотором смысле, все 3 возможности являются одним и тем же феноменом, открываемым с разных точек зрения.

Может показаться, что проблему можно решить очень просто, всегда выбирая сначала то состояние, которое лежит слева, а затем то, что справа. Но при ближайшем рассмотрении оказывается, что это не верно. Объективного решения этой задачи не существует. Решение существует только для субъекта!

Чтобы это понять, вернемся к сформулированному выше принципу факторизации (2.1.1), согласно которому конечное множество *Я* фундаментальных состояний может быть представлено прямым произведением двух других множеств $Я_{Subj} \subseteq \{\mathrm{Base}\}$ и $Я_{Obj} \subseteq \{\mathrm{Base}\}$ меньшей мощности. {Base} здесь фундаментальный алфавит. При таком простом разбиении, число состояний мира равно числу пар $\{Я_{Subj} Я_{Obj}\}$. Если одним из элементов пары является субъект, то такая пара субъективно упорядочена по определению. Поэтому, будем считать, что упорядоченность пар, полученных умножением, в данном случае, наследуется от априорной упорядоченности субъект – объектной структуры сомножителей. Формально, будем считать первый символ в скобке относящимся к субъекту. Прежде, чем заняться обоснованием субъективной упорядоченности, заметим, что, в общем случае число состояний субъекта меньше числа состояний мира $N_{Subj}<N_W$, и поэтому, состояния субъекта оказываются вырождены. Степень вырождения ξ равна отношению числа состояний мира к числу состояний субъекта. Напомним, что эту ситуацию в развиваемой концепции субъективной физики, мы называем физической неполнотой [8,9,10,11]. Она отражает принципиальную неполноту описания мира его субъектом.

Рассмотрение вопроса упорядоченности можно провести, опираясь на алгоритмическую модель Тьюринга. Для нашей задачи потребуется узкий класс машин Тьюринга с конечной памятью и конечной лентой, перерабатывающей слова над конечным алфавитом. Граф состояний такой машины представляет собой цикл. В описании машины Тьюринга понятие перехода направо и налево вводится ad hoc, как отображение множества $Q \times T$ во множество подмножеств $Q \times T \times \{L, R, S\}$, где $L$ означает сдвиг головки по ленте влево, $R$ - вправо, $S$ - головка остается на месте. Здесь $Q$ - Внутренние состояния; $T$ -

внешний алфавит. Таким образом, любая машина Тьюринга требует внешний интерпретатор, способный различать символы $R$ и $L$. Возможно ли построить самосогласованную машину Тьюринга не требующую интерпретатора? Если ответ "да", то у нас есть шанс построить и самосогласованную модель физической реальности.

Простейшее правило, определяющее направление обхода цепи состояний может быть таким: Переход осуществляется в состояние отличное от предыдущего. Но тогда, предыдущее состояние должно удерживаться в памяти (например, во внутренних состояниях машины Тьюринга). Однако, множество состояний машины Тьюринга (множество вершин графа переходов), исчерпывает все ее ресурсы и, следовательно, не содержит памяти о предыдущем состоянии. Поэтому, граф состояний машины Тьюринга, как и граф любого конечного автомата, не интерпретируемого извне, не может быть ориентированным. Не трудно показать, что ни какая универсальная машина Тьюринга не может работать без внешнего интерпретатора, ибо на каждом шаге вычислений она попадала бы в "буриданову" ситуацию. Поэтому, понятия времени и причинности не могут быть определены для системы, взятой, как целое. Мир в целом не обладает памятью, что согласуется с представлением о его вневременности. Этот тезис, полученный на основе рассуждений совсем иного рода, удивительным образом согласуется с неоднократно отмеченной невозможностью описать Вселенную, как целое в физических терминах. Существующие теории не способны корректно описать эту ситуацию[2]. Брюс де Витт (Bruce DeWitt) в терминах квантовой теории показал, что понятие эволюции неприменимо к миру без внешнего наблюдателя. Если же мир включает все сущее, то не может существовать ни одного внешнего по отношению к нему наблюдателя. Эта парадоксальная ситуация свидетельствует о том, что концепция объективного наблюдателя и не зависящей от него реальности более не является удовлетворительной [12,13].

[2] Волновая функция, энергия и энтропия не могут быть определены для Вселенной, как целого. В литературе встречаются спекулятивные рассуждения об энтропии Вселенной, которая якобы равна S=0.

Продолжим наше формальное построение. Уяснив, что субъективное нарушение симметрии не может быть обосновано, возьмем этот принцип в качестве аксиомы.

Итак, состояния $\{Я_i, Я_j\}$, и $\{Я_j, Я_i\}$ - где $i \neq j$ – субъективно различны. Напомним, что субъект стоит на первом месте в скобках. Упорядоченные таким образом пары, формально, образуют цепь: $\{Я_i, Я_{i+1}\} \diamond \{Я_{i+1}, Я_{i+2}\} \diamond \{Я_{i+2}, Я_{i+3}\} \diamond \cdots$. Так как "Я" в другом состоянии – это "Я" в другой момент времени, то упорядоченные пары сразу же «агрегируют» в каузальную цепочку. Ввиду конечности множества элементов, такая цепочка всегда замкнута в кольцо, то есть, образует циклическую группу. Таким образом, принцип субъективного нарушения симметрии, упорядочивающий субъект – объектные пары, автоматически приводит к упорядочиванию всего множества мировых состояний. Цепочка мировых состояний, задаваемая отображением $\Psi^i: Я_{Subj} \to Я_{Obj}$ образует дискретную мировую функцию на множестве Я. Таким образом, субъективное нарушение симметрии приводит к тому, что теперь, в отличие от прямого произведения (2.1.1), мы имеем дело с произведением циклических групп или функций.

$$W(\theta) = Я_{Subj}(\theta) \cdot Я_{Obj}(\theta) \qquad (2.2.1)$$

Различные функции (отображения) – суть разные экземпляры мира. Так как субъект является факторгруппой или функцией сомножителем $Я_{Subj}(\theta)$, то ***сознание возможно только в мирах с факторизуемой мировой функцией***.

Здесь $W(\theta)$– дискретная мировая функция объективного времени $\theta$. Время $\theta$ можно ввести, перенумеровав мировые состояния.

$Я_{Subj}(\theta)$ - функция субъекта или функция сознания.

Рассмотрим, в качестве примера, множество, состоящее из трех состояний сознания $Subj = \{Я_1, Я_2, Я_3\}$.

Построим все субъект - объектные пары:

$$\{Я_1, Я_2\}, \{Я_2, Я_1\},\{Я_2, Я_3\}, \{Я_3, Я_2\}, \{Я_1, Я_3\},\{Я_3, Я_1\}. \quad (2.2.2)$$

Соединим их, например, в такую каузальную цепочку:

$$\{Я_1, Я_2\} \diamond \{Я_2, Я_1\} \diamond \{Я_1, Я_3\} \diamond \{Я_3, Я_2\} \diamond \{Я_2, Я_3\} \diamond \{Я_3, Я_1\}. \quad (2.2.3)$$

Цепочка, конечно, замкнута в кольцо – последнее звено соединяется с первым. В связи с этим полезно вспомнить, что любая последовательность костяшек домино из полного набора всегда соединяется в кольцо! В нашем случае, действует тот же принцип. Как видно, каждому субъективному состоянию в данном примере соответствуют 2 мировых состояния. Так, если я нахожусь в состоянии $Я_1$, то мир может находиться, как в состоянии $\{Я_1, Я_2\}$, так и в состоянии $\{Я_1, Я_3\}$ (смотрите (2.2.2)). И для меня нет способа узнать, в каком из этих двух мировых состояний я нахожусь. Здесь мы вновь сталкиваемся с ***субъективной неполнотой***. Субъективная неполнота – следствие того, что число состояний сознания (здесь 3) меньше числа мировых состояний (здесь 6). Однако, состояния $Я_1$ в разных мировых состояниях отличаются своим прошлым и будущим. Так, если я нахожусь в состоянии, соответствующем первой скобке цепочки, то в следующий момент времени я перейду в состояние $Я_2$ , если же я нахожусь в третьей скобке, то в следующий момент я окажусь в состоянии $Я_3$.

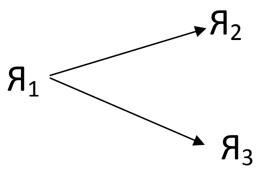



Рис.4

То есть для некоторых $i \neq j$ имеет место $Я_{\mathrm{Subj}}(\theta_i) = Я_{\mathrm{Subj}}(\theta_j)$. Неоднозначность функции сознания $Я_{\mathrm{Subj}}(\theta)$ вытекает из однозначности мировой функции $\mathrm{W}(\theta)$ и соотношения (2.2.2).

Неполнота означает, что часть состояний мира не могут быть осознаны, как различные. В результате объективно закономерный переход между состояниями (рис.4), субъективно оказывается случайным. Таким образом, проявляется относительность понятия случайного и закономерного.

Так как Мировые состояния $\{Я_{\mathrm{i}}, Я_{\mathrm{j}}\}$ и $\{Я_{\mathrm{i}}, Я_{\mathrm{k}}\}$ $\mathrm{j} \neq \mathrm{k}$ не различимы субъектом по определению (они соответствуют одному и тому же состоянию сознания $\{Я_{\mathrm{i}}\}$), то естественно считать, что этим состояниям соответствует и один и тот же момент физического времени *t*. С точки же зрения гипотетического внешнего наблюдателя, эти состояния различимы и реализуются в разные моменты объективного времени θ.

Таким образом, рассматриваемая модель порождает 2-х временной формализм - каждый момент времени $\mathrm{t_i}$ содержит множество дискретных моментов $\theta_{\mathrm{j}}$. То же справедливо и в непрерывном приближении: ***каждый нулевой момент физического времени содержит конечный интервал объективного времени***. Это дает естественную базу для обоснования квантовой механики. Состояния $\{Я_{\mathrm{i}}, Я_{\mathrm{j}}\}$ для разных $i$ и для $\mathrm{j} = 1,2, \dots \mathrm{N}$, образуют классы эквивалентности. Напомним, что каждое квантовое состояние так же является классом эквивалентности. Так, например, чистое квантовое состояние описывается волновой функцией (ВФ) с точностью до произвольного фазового множителя. При этом множество неразличимых фаз образует класс эквивалентности или группу $U(1)$ физически неразличимых преобразований вектора состояния системы.

Так как множество «Я» конечно, то Функция $\mathrm{W}(\theta)$ является генератором циклической группы. В терминологии графов, мировая функция представляет собой Гамильтонов цикл на множестве мировых состояний. Для физиков это конечный случай эргодической траектории. В то же время, как легко видеть, функция субъекта $Я_{\mathrm{Subj}}(\theta)$ не является эргодической и не образует Гамильтонова цикла.

Субъективная физика приводит к картине расслоения реальности, подобной Эвереттовскому мультиверсу, но развернутой во времени («мультихронос»). В отличие от теории Эверетта, согласно которой наблюдатель всегда находит себя в одном из мировых листов мультиверса, в рассматриваемой модели Я субъекта вертикально пронизывает всю стопку мировых листов. То есть Я является слоем над физическим временем.

Фактически это означает, что мировая траектория в пространстве фундаментальных мировых состояний W многократно пересекает любую заданную точку $Я_i$ в подпространстве состояний сознания. Эта ситуация подобна теореме о возвратах Пуанкаре, известной из физики, согласно которой орбита системы в фазовом пространстве ее динамических переменных неограниченное число раз возвращается в окрестность данного состояния. В случае конечного множества мировых состояний, она возвращается точно в то же самое состояние. Для субъекта она возвращается в тот же класс эквивалентности, то есть в то же квантовое состояние. Время такого возврата с точки зрения субъекта трансфинитно (субъективно бесконечно). Для субъекта прежнее и новое состояния совершенно не различимы и, следовательно, представляют собой одно и то же состояние $Я_i$ существующее одновременно в разные эпохи, сшиваемые сознанием в картину актуально существующего настоящего. Объективное отличие этих состояний выявляется в динамике. Как я показал выше, переход к следующему состоянию сознания $Я_{i+1}$ зависит от мировой функции W. Для субъекта, очевидно не владеющего этой скрытой от него информацией (неполнота), переход в следующий момент времени в одно из возможных состояний сознания ни чем не мотивирован, ибо причина этого перехода от него скрыта.

Немотивированный выбор между альтернативами, с точки зрения субъекта, является проявлением свободы воли. Этот вывод согласуется и с точкой зрения Менского о том, что выбор альтернатив это и есть сознание [14].

Субъект, в отличие от мирового Целого, не имеющего ресурсов для памяти, помнит свою субъективную «автобиографию». Именно память и делает субъект личностью. Роль памяти при этом играет объект (сопряженная часть субъекта). Движение субъекта (изменение состояний сознания) представим конечной цепочкой связанных состояний: $|Я_i\rangle \to |Я_{i+1}\rangle \to |Я_{i+2}\rangle \to \cdots$. Для такой структуры есть референт в психологии – это личность! Будем считать это определением. То есть, личность это проекция мировой траектории

$$|Я_i Я_j\rangle \to |Я_{i+1} Я_k\rangle \to |Я_{i+2} Я_l\rangle \to \cdots$$

на подпространство состояний сознания. Существует всего одна замкнутая траектория субъекта. Однако на малом интервале времени ее фрагменты, зашнуровывающие «мультихронос», выглядят, как отдельные личности

$$|Я_i\rangle \to |Я_{i+1}\rangle \to |Я_{i+2}\rangle \to \cdots, |Я_j\rangle \to |Я_{j+1}\rangle \to |Я_{j+2}\rangle \to \cdots$$

Субъективно нет ни какой связи между личностями $Я_i$ и $Я_j$ , однако, на объективном уровне реальности они связаны функцией сознания, и представляют собой единую Я – траекторию в «мультихроносе»!. Этим формально обосновывается концепция открытого индивидуализма, развиваемая американским физиком и философом Даниэлем Колаком.

До сих пор вопросы ***существования***, как наблюдателя, так и самого мира принимались в качестве основы построения, как очевидные. Далее мы попытаемся выяснить, что стоит за этими «очевидными» вещами, сделав следующее отступление в область метафизических оснований базовых понятий естествознания. И вновь, читатели, отдающие предпочтение формализму, могут без ущерба для себя, пропустить следующую главу.

## Глава 3. Существует ли мир?

### 3.1 Парадокс существования

***Существовать*** - означает быть частью субъекта (определение), что, как легко понять, в нашем контексте эквивалентно – быть воспринимаемым. То есть, $X$ существует, если $X \subseteq Subj$ .

Из последнего определения следует, что существование самого субъекта предполагает, что он находится в числе своих же собственных состояний. Такое определение, как легко заметить, самоприменимо и, как все унарные отношения, страдает противоречивостью, сводящейся к антиномии Рассела [15,16]. Следует ли по этой причине отказываться от привлекательных с точки зрения присущей им самосогласованности, самоприменимых моделей? По всей видимости - нет. Во-первых, мы можем пойти по пути специальной аксиоматизации, потребовав, например, обязательное вхождение множества в число своих элементов. Но более естественным кажется другое решение. Легко заметить, что парадоксальность вопросу Рассела придает дихотомичность самой категории существования. А именно, предполагается, что такое множество либо существует, либо нет. Если же предположить, что сам атрибут существования не применим к нему, то парадокс Рассела в отношении множества субъекта {Я} теряет свою остроту, ибо о его предмете тогда нельзя сказать существует ли он. Формально, это означает отказ от закона, исключенного третьего $A \vee \neg A = 1$. Этот подход известен, как интуиционизм. В математике его развивали *Лёйтзен Эгберт Ян Брауэр*, *Аренд Гейтинг, Стивен Коул Клини, Андрей Андреевич Марков* [17] . Замечательно, что философская категория существования приобретает в нашей метатеории вполне строгую интерпретацию. Что же касается проблемы существования в математике, то наиболее близка нам интуиционистская концепция, отказывающая математическим абстракциям в «платоновском» (независимом от сознания) существовании. Напомним, что в математике свойство существовать, формально определяемое навешиванием на пропозициональную формулу квантора существования ∃, обычно отождествляется с непротиворечивостью. Мы определили существование, как свойство быть частью субъекта. Поэтому, объекты не входящие в поле сознания субъекта (не являющиеся его состояниями), для него не существуют, тогда, как объективно они могут существовать. Входит ли понятие "бесконечности" в поле сознания субъекта? Эмоциональное высказывание Американского математика - конструктивиста Эррета Бишопа не нуждается в комментариях: «Математика принадлежит человеку, а не Богу. Нас не интересуют свойства положительных целых чисел, которые не имеют описательного значения для ограниченного в своем бытии человека. Доказывающий существование положительного целого числа, должен показать, каким образом он его находит. Если Богу нужна иная математика, пусть Он Сам ею занимается». Объекты такого рода, находящиеся в указанном отношении к субъекту $(Obj \notin Subj)$, то есть не конструктивные, мы будем называть трансцендентными. Вопрос о существовании трансцендентных объектов не корректен, ибо трансцендентность не есть качество существующих объектов. Поэтому, с точки зрения субъекта, правильнее было бы говорить, что ***объект либо трансцендентен, либо он существует***. То есть эти понятия дополнительны. Мир в целом, исходя из данных выше определений, для физического наблюдателя заведомо трансцендентен, ибо число состояний мира, образуемое всеми сочетаниями его состояний и состояний объекта наблюдения, превосходит число последних. Другими словами Мир в целом не может быть предметом опыта конечного наблюдателя, что является признаком трансцендентного. В соответствии же с определением существования, данным выше, мы вынуждены отказать Миру в актуальном существовании. Подобное положение вещей в математике фиксируется термином "неполнота" и отражено в упомянутых выше теоремах Геделя. Аналогичную ситуацию в физике мы будем называть ***физической неполнотой***. Субъект, будучи открыт себе, как данность (я), не может быть предметом собственного опыта и, поэтому, никогда не сможет доказать другому свое существование. Он (я) может созерцать явления своей психики, но не в состоянии их формализовать. То есть, субъект (я), сам для себя трансцендентен. Однако, это не мешает ему (мне), используя в качестве строительного материала собственные состояния сознания (а другого материала и нет!), построить искусственный слой реальности в виде математических, лингвистических и прочих абстракций. Конечно, выбор этих абстракций ограничен конечной реализуемостью. Неконструктивные математические объекты, такие, как например, Канторовские бесконечности, трансцендентные и иррациональные числа не могут быть предметом опыта и поэтому приводят к противоречиям в фундаменте математики. Эти объекты "лишние" в том смысле, что, по всей видимости, моделирование физической реальности в них не нуждается. Иногда можно слышать вопрос, - а каким же образом, трансцендентные объекты вообще могут зарождаться в конечном разуме? Ответ состоит в том, что они, эти объекты, там уже есть a priori. И, если они, эти объекты, для метанаблюдателя выглядят, как конечные, то это вовсе не означает, что они таковы для субъекта.

## Глава 4. Бесконечное в конечном

Максимальным конечным числом в конечном мире следует считать максимальное число, которое субъект этого мира способен прочитать и понять. Этим числом, очевидно, является мощность множества состояний субъекта, которое следует отождествить с первым трансфинитным числом Кантора $\aleph_0$. Важно то, что, хотя это число и являет собой конечную модель бесконечности, тем не менее, оно должно быть онтологизировано, как элемент субъективной реальности. Этот вывод справедлив в том случае, если математика производна от физической реальности. Другими словами, если реализуемость вычислительного процесса определяется и ограничивается физическими законами. П.К.Рашевский [18] писал, что система натуральных чисел содержит не только некоторую информацию о действительном мире, но и множество элементов фантазии. И еще он писал: "Не следует ли ожидать, что в области очень больших протяженностей нас еще ждут сюрпризы, подобно встретившимся в области протяженностей очень малых … Впрочем, возможно, что нам даже не придется углубляться в космос для проверки того, насколько очень большие материальные совокупности на самом деле подчиняются счету на основе теории натурального числа. Возможно, что какое-нибудь из следующих поколений ЭВМ достигнет столь гигантских возможностей в смысле количества производимых операций, что соответствующие эксперименты станут реальными". Д. Дойч в этом вопросе пытается найти некий компромисс. Он пишет: «Несмотря на то, что истины логики и чистой математики объективны и не зависят от случайных обстоятельств или законов природы, наше знание этих истин полностью зависит от законов физики". Для нас ближе позиция Рашевского, из которой следует, что математика имеет самостоятельное онтологическое существование не в большей и не в меньшей мере, чем сам субъект или сам мир. И "живет" она бок обок с сознанием в структуре трансцендентальной субъективности до тех пор, пока есть эта структура. Насколько наша конечная модель адекватна континуальной, принятой за основу классической физикой? Казалось бы, в конечной модели не может быть места таким понятиям, как бесконечность и непрерывность. Однако, это представление ошибочно. В связи с открытием норвежским математиком Т.А.

Сколемом парадокса из области теории множеств, который называют шестой антиномией Сколема, в аксиоматическую теорию множеств был введен определенного рода релятивизм, заключающийся в том, что бесконечные множества, несчетные в одной системе аксиом, оказываются счетными в другой. С.К.Клини отмечает, что релятивизация мощностей вытекает из ситуации, аналогичной той, которая имеет место в теореме Геделя о неполноте[3]. Покажем, как конечная модель Мира позволяет приблизиться к пониманию сущности актуальной бесконечности,- понятия, постичь которое, несмотря на успехи теории актуально бесконечных множеств Кантора, пока не удалось никому. Построим финитную модель бесконечности, предполагая субъективную обусловленность математики. Максимальным конечным числом в замкнутом конечном мире следует считать максимальное число, которое субъект этого мира способен прочитать и понять. Для того, что бы найти это число, заметим, что если число ячеек, используемых субъектом для записи чисел $M<N/2$, где N - число ячеек Мира, то он может понять не все числа, реализуемые в остальной части мира из (M-N) ячеек (вследствие *физической неполноты)*. Если же $M>N/2$, то способность воспринимать числа будет частично не востребована вследствие не реализуемости этих чисел в природе. Рассмотрим случай $M=N/2$. Тогда в природе ровно столько чисел, сколько способен пересчитать субъект, исчерпав все свои ресурсы.

Числа $a < 2^N/2$ назовем субъективно конечными, а числа $a > 2^N/2$ субъективно бесконечными.

В рассматриваемой модели имеется два трансфинитных кардинала:

$$\aleph_0=2^{N/2} \text{ и } \aleph_1=2^N \quad (4.1)$$

$\aleph_0$ – условно трансфинитный, ибо это число может быть осознано субъектом, в случае, если будут потрачены на это все его ресурсы.

$\aleph_1$ – истинно трансфинитное число недостижимое субъектом ни при каких обстоятельствах.

Рассмотрим простейшие свойства этих чисел:

[3] Клини С.К. Введение в математику с.378.

1. $\frac{a}{\aleph_0} \stackrel{Subj}{\Longrightarrow} 0$ , где а - субъективно конечно. Здесь и далее равенство нулю в субъективном смысле.
2. $\frac{a}{\aleph_1} \stackrel{Subj}{\Longrightarrow} 0$ , где а - субъективно конечно.
3. $1 < \aleph_0/a < 2^{N/2}$ то есть $\aleph_0/a$ – субъективно конечно.
4. $2^{N/2} < \aleph_1/a < 2^N$ то есть $\aleph_1/a$ – субъективно бесконечно.
5. $(\aleph_0 - a)\subset\{1,\dots,2^{N/2}\}$, то есть разность $\aleph_0$ и любого субъективно конечного числа субъективно конечна.
6. $(\aleph_1 - a)\subset\{2^{N/2},\dots,2^N\}$, то есть разность $\aleph_1$ и любого субъективно конечного числа субъективно бесконечна.
7. $\sum_{i=1}^{2^{n/2}} a_i < \aleph_0$ то есть сумма конечного числа конечных чисел всегда конечна. Хотя может показаться, что такая сумма может превышать $\aleph_0$, в действительности, нужно иметь в виду, что она определена конструктивно. То есть, чтобы реализовать операцию суммирования, слагаемые должны единовременно и актуально иметься в распоряжении субъекта, реализующего операцию. Если числа понимать, как кардиналы непересекающихся классов, то это имеет место как раз в том случае, если соблюдается условие:

$$\sum_{i=1}^{2^{n/2}} a_i < 2^{N/2} \qquad (4.2)$$

Как видно, всеми свойствами бесконечного в обычном понимании, обладает только число $\aleph_1$. Число $\aleph_0$ – «частично» бесконечно. Действительно, из пункта 5 следует, что разность $\aleph_0$ и любого субъективно конечного числа субъективно конечна, тогда, как деление на это число любого субъективно конечного числа дает ноль. Имеет место конечный аналог Континуум - гипотезы[4]. Как легко видеть, мощность класса всех ординалов N-битного мира превосходит мощность счетного класса его конечных чисел. Подсчитаем число

[4] Недоказуемое в рамках формальной логики предположение, о том, что нет промежуточных мощностей между мощностью натурального ряда $\aleph_0$ и мощностью действительного континуума $\aleph_1$. В конечном мире $\aleph_1$ является вторым наименьшим кардинальным числом. Очевидно, множеств больших мощностей в конечном мире не существует, ибо $\aleph_1$ наибольшее определимое число.

элементов класса всех ординалов:

$$\{1,2,\ldots,\aleph_0,\ \aleph_0+1,\ \aleph_0+2,\ldots,\ \aleph_0+\aleph_0,2\aleph_0+1,\ldots 2\aleph_0+\aleph_0,\ldots,\ \aleph_0\ \aleph_0\} \quad (4.3)$$

То есть $\aleph_0^2 = \aleph_1$. Таким образом, в конечном мире $\aleph_1$ является вторым наименьшим кардинальным числом.

## Глава 5. Энтропия, время, память

Джон Серль утверждал, что сознание и качества (квалиа) — это один и тот же феномен. Это не совсем так. В отличие от качеств и их комплексов, сознание имеет временной модус бытия. И это очень важно, ибо сознание невозможно представить вне времени. Поэтому, позиция Менского, отождествившего сознание с выбором альтернатив, генерирующим стрелу времени, представляется более интересной.

Но вернемся к памяти. Именно память является сцепкой между временем и сознанием. Эверетт [19] описывал память на основе квантовых представлений. На наш взгляд, память организована на субквантовом уровне. Состояния сознания субъекта, как это следует из принципа факторизации, вырожденны, а это означает, что каждое такое состояние может содержать дополнительную информацию и нести функцию памяти. Как мы показали выше (параграф 2.2), субъект – объектная структура неизбежно порождает относительную (субъективную) каузальность. В этом смысле, объект (комплементарная часть субъекта) является памятью субъекта.

Б.М. Менский из совсем других рассуждений, так же, пришел к субъективности энтропии и стрелы времени. Он совершенно справедливо замечает: Объективно существующий квантовый мир - обратим, а необратимость появляется в той картине этого мира, которая возникает в сознании [20]. Еще раньше Лефевр [2], строя свою субъективную (то есть содержащую наблюдателя), космологическую модель, говорил о том же: "Мы построили детерминированную конструкцию, поместили исследователя внутрь ее и установили, что принцип близкодействия, которым он руководствуется, порождает вероятностную модель «вселенной»".

Итак, мы пришли к выводу: ***понятия "следования", причинности и времени имеют принципиально субъективное происхождение***.

То есть вся математика, в основе которой лежит фундаментальное понятие алгоритма и которая строится на предположении о принципиальной возможности нумерации ее объектов, например, понятии натурального числового ряда, возможна только для субъекта. Эмерджентный Мир лежит вне математических смысловых категорий. Соответственно и в физике – ***движение, время и причинность имеют смысл только для наблюдателя и не существуют объективно***.

### 5.2 Проблема энтропии

Проблемой энтропии в настоящее время называют ряд вопросов из области статистической физики и ее приложений, на которые нет достаточно ясных ответов, и которые вряд ли могут быть получены без препарирования столь фундаментальных понятий, как время, обратимость, случай и ряда других.

Исследование этой проблемы в рамках нашей модели существенно упрощает задачу. Я надеюсь, что изложенный подход сможет упорядочить представление о предмете. В вершине смысловой иерархии различных определений энтропии лежит формула Шеннона[5], которая определяет меру недостаточности информации в сообщении.

$$S = -I = \sum p_i log p_i \qquad (5.2.1)$$

Если $p_i$ определить как удельные веса чистых состояний в некотором смешанном состоянии, то мы приходим к понятию энтропии физической системы:

$$S = -k\sum \rho_i ln \rho_i \qquad (5.2.2)$$

[5] Shannon C.,Weaver W. The Mathmatical Theory of Communication

Здесь $\rho_i$ -диагональный элемент матрицы плотности. В замкнутой системе $\rho_i$ описывается обратимым во времени уравнением Лиувилля:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} - \frac{i}{\hbar}[\rho, H] = 0 \text{ или } \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

Поэтому $\frac{\partial s}{\partial t} = 0$

Другими словами энтропия замкнутой изолированной системы не зависит от времени. Однако, второй закон термодинамики, обобщающий наш опыт в обозримой части вселенной и на известном интервале времени, свидетельствует об обратном, а именно, о росте энтропии. Космологические модели, опирающиеся на обратимые уравнения физики, очевидно неадекватны и порождают множество трудных вопросов.

Существование этого парадокса создает ощущение дискомфорта в этой области науки. Встает фундаментальный вопрос - как может быть обоснован второй закон термодинамики?

Некоторые исследователи возлагают надежды в решении этого вопроса на квантовую механику.

Известно, что квантовая механика, несмотря на инвариантность ее уравнений, относительно обращения времени, неявно содержит необратимость. Эта необратимость проявляется при взаимодействии квантовых объектов с наблюдателем в процессе измерения[21] . Обратите внимание – здесь снова замешан наблюдатель!

В космологических теоретических построениях классическая термодинамика применяется, как одна из основ теории. Однако такое непосредственное применение термодинамики к Вселенной ставит еще целый ряд вопросов. Первой теорией такого рода была флуктуационная гипотеза Больцмана, остающаяся до сих пор единственной попыткой объяснить существование необратимых процессов во Вселенной, исходя из обратимых законов природы. Этот подход если даже и пригоден для некоторых моделей Мира, чреват серьезными осложнениями при более глубоком рассмотрении[22]. Прежде всего, не ясно что, понимать под энтропией всего Мира, даже при наличии соображений относительно его конечности или бесконечности. Если предположить, что Мир находится в чистом состоянии, то его энтропия S=0. Однако здесь мы упускаем существенный момент- наличие наблюдателя, по отношению к которому и определяется энтропия. В чистом состоянии может находиться только весь мир в целом, включая наблюдателя. Ни одна часть Мира, в том числе и Мир без меня, не может находиться в чистом состоянии. Это следует из определения смешанного состояния[23]. В силу того, что для меня, являющегося не внешним наблюдателем, а составной частью Вселенной, в принципе не доступна абсолютная точность в определении динамических переменных, ни одна часть Мира не может находиться также и в строго стационарном состоянии. Обычно мы имеем дело с приближенно- стационарными состояниями.

### 5.3 Информация детерминированных систем. Роль субъекта.

В этом разделе я покажу, что учет фундаментальной неполноты, возникающей вследствие разделения модельного Мира на субъект и объект, может пролить свет на проблему обоснования закона возрастания энтропии. Рассмотрим некое детерминированное устройство, производящее вычисления по некоторому алгоритму (компьютер). Пусть, это устройство оперирует числами конечной фиксированной разрядности. Решая уравнения движения, особенно с неустойчивым гамильтонианом, вследствие конечной точности (обусловленной разрядностью) будет быстро накапливаться ошибка. Теперь, если обратить время $t \to -t$, а практически пустить алгоритм в обратном направлении, то мы уже не вернемся к тем начальным условиям, из которых исходили. То есть начальное состояние нашего вычислителя не воспроизведется. Причина этой «необратимости» - в конечной точности вычислений, а механизм - в округлении чисел до фиксированного числа значащих цифр. Идеальный компьютер[6], реализующий этот алгоритм, будет рассеивать тепло $dQ = tdS$ в окружающую среду. Здесь $dS$ - дефект информационной энтропии, обусловленный округлением чисел. Таким образом, необратимость обеспечивается неизолированностью

[6] Компьютер, который при сохранении информации ΔI=0 не обменивается теплом с термостатом. По-видимому, нужным свойством обладает минимизированный компьютер.

компьютера. Но неизолированный компьютер не может служить моделью Мира, как целого по определению, точно так же, как изолированный не может служить моделью нашего необратимого Мира (В физически изолированном компьютере невозможно реализовать механизм, обеспечивающий операцию округления). Казалось бы, исходя из сказанного, модель замкнутого мира в котором действует второй принцип термодинамики, в принципе не может быть построена! Однако, не будем делать преждевременные выводы.

Пока, что мы пришли к выводу, что изолированный конечный автомат может реализовать только обратимые алгоритмы. Например, клеточный автомат Коунвея[24], известный как игра "жизнь" реализует необратимый алгоритм. Поэтому такой автомат не может быть существовать физически в виде изолированной системы.

Рассмотрим, что происходит с точки зрения термодинамики и теории информации при работе такого автомата. Начальные условия (исходная популяция) определяют начальную информацию и энтропию автомата (с точностью до аддитивной постоянной). В процессе работы автомата информация только теряется, а энтропия, определенная по Шеннону $S = -I$, растет. Очевидно, максимально сложный физический автомат Коунвея (в данном случае максимальная сложность означает бесструктурность ячеек автомата, или отсутствие у них внутренних степеней свободы) будучи теплоизолирован, работать не будет. Реальный автомат будет работать некоторое время, до тех пор, пока его внутренние степени свободы будут достаточно холодны.

На фундаментальном уровне Мир не обладает избыточностью, то есть он максимально сложен. Вследствие этого алгоритм, управляющий таким миром, обязательно должен быть из класса обратимых. Но как быть с энтропией? Здесь нам на помощь приходит неполнота. Заметим, что Мир для наблюдателя, являющегося его частью, как бы обладает избыточностью (кажется таковым), так как от такого наблюдателя всегда скрыта тонкая структура этого Мира (скрытые степени свободы). В "грубых" же структурах, для которых "тонкие" являются скрытыми, возможны необратимые процессы. Наблюдаемые нами в окружающем нас Мире необратимые процессы являются только кажущимся проявлением истинно обратимого Алгоритма, управляющего Миром. Следует ли необратимости, возникающей по столь фундаментальным причинам, присваивать статус кажущейся? Видимо, нет, ибо это, опять же, единственная физическая реальность, доступная наблюдателю. Ниже мы подробно исследуем механизм возникновения необратимости, связанный с субъективной избыточностью Мира.

## 5.4 Энтропия детерминированных систем

Учитывая контекстуальность понятия информации, предположим для начала, что полная информация Мира определяется по отношению к некоторому внешнему наблюдателю.

Рассмотрим алгоритм, генерирующий кольцевую последовательность состояний $F_i$: $F_{N+1}=F_0$; где $N$ - число различных состояний, а $F_0$ некое условно начальное состояние. Забыв на время, что последовательность состояний детерминирована, и учитывая, что каждое состояние за период реализуется точно один раз, определим вероятность i-го состояния как $P_i=1/T$ и соответственно энтропию: $S = -P_i log_2 P_i$; S-здесь измеряется в битах. Состояния могут быть объединены в группы, отличающиеся количеством входящих в них элементарных состояний. Такие группы назовем физическими состояниями или для краткости R-состояниями (от слова Real). Элементарное состояние, входящее в группу и неотличимое от других состояний из той же группы вследствие неполноты, назовем фундаментальным или алгоритмическим A-состоянием. Если все A-состояния реализуются с равными частотами (вероятностями), то частоты R-состояний, вообще говоря, могут быть различны. Рассмотрим в качестве примера алгоритм прибавления единицы по модулю 16. Псевдокод этого алгоритма:

```
* n = n + 1 mod(64)
go to *
```

Рассмотрим n в двоичном представлении. Алгоритм генерирует набор из 64 A-состояний от {000000} до {111111}. Рассмотрим состояние {XXXXXX} где $X \subset \{0,1\}$. Это максимально неопределенное состояние нашего 6-битного мира описывается функцией распределения $P(i)=1/64$, где i- номер A-состояния. Энтропия мира с точки зрения объективного наблюдателя будет равна:

$$S^{Obj} = -\sum P_i log_2 P_i = 64\cdot(1/64)\cdot log_2 2^6 = 6 \quad (5.4.1)$$

Пусть наш субъективный наблюдатель занимает 2 бита из 6. Тогда энтропия мира с его субъективной точки зрения будет:

$$S^{Subj} = -\sum \omega_i log_2 \omega_i = 4\cdot(1/4)\cdot log_2 2^2 = 2 \qquad (5.4.2)$$

Вследствие субъективного вырождения каждое физическое состояние содержит 4 скрытых бита. Важно понимать, что с точки зрения субъекта, для которого эти биты не видны, энтропия физических состояний равна нулю, тогда, как объективно их энтропия равна 4 бит. Объективную энтропию физических состояний назовем скрытой энтропией:

$$S^h = -\sum \eta_i log_2 \eta_i = 16\cdot(1/16)\cdot log_2 2^4 = 4 \quad (5.4.3)$$

Всегда имеют место очевидные соотношения:

$$S^{Subj} + S^h = S^{Obj} \qquad (5.4.4)$$

$$S^{Subj} < S^{Obj} \qquad (5.4.5)$$

В процессе измерения (наблюдения) мы получаем дополнительную информацию об объекте. Ее прирост можно определить по формуле Реньи:

$$\Delta I(Q/P) = \sum q_i log_2(q_i/p_i) \geq 0 \quad (5.4.6)$$

где Q и P соответственно априорное и апостериорное распределения вероятностей. Производя измерения, мы приобретаем дополнительную информацию и тем самым получаем возможность различать более тонкие структуры объекта. Наблюдаемая энтропия объекта при этом возрастает.

## 5.5 Необратимость в физическом мире.

Как мы видели, состояния сознания субъекта образуют циклическую группу. То есть на этом множестве определено направление. Но различение направления времени еще не является необратимостью.

При перемене знака времени все состояния субъекта будут воспроизведены в обратном порядке. Невозможность такой операции и следующая из этого необратимость возникают вследствие неполноты субъективной физической реальности. Разбиение мира на субъект и объект приводит не только к нарушению симметрии, но и к возникновению ситуации неполноты, подобной той, которую исследовал К.Гедель в математике. Неполнота в нашем случае означает существование скрытых состояний не различимых субъектом. Как я уже говорил, эти состояния образуют классы физических состояний или, что то же самое – классы состояний сознания. Например, состояние сознания "верх" и состояние "низ" являются физическими состояниями, образующими базис для описания двухуровневых систем, например для описания спина электрона. Чтобы лучше понять, как возникает необратимость, рассмотрим 2 последовательных момента физического (субъективного) времени $t2 > t1$. Предположим, что в состояние "с" система может прийти двумя путями – из состояний a и b, соответственно. Предположим так же, что система пришла в состояние "с" в результате перехода $a \to c$. Можем ли мы быть уверены, что при перемене знака времени $t \to -t$ произойдет обратный переход по тому же пути $c \to a$. Очевидно – нет. Так как вследствие неполноты, от субъекта скрыта истинная динамика переходов. Конечно, при обращении объективного времени поведение системы полностью обратимо. Но объективное время лежит вне физической реальности наблюдателя. Принципиальное отсутствие в мире субъекта информации о том, по какому пути система пришла в состояние "с" не позволяет опять же принципиально(!) определить, как будет эволюционировать система при обращении физического времени. Следует так же иметь в виду, что субъективной необратимости в обратимом мире никак нельзя присваивать статус "кажущейся", ибо это единственная осознаваемая реальность. Это неразрывно связано с пониманием того важного момента, что редукция (формализованная постулатом фон-Неймана), является субъективным явлением. Менский отождествляет коллапс альтернатив с сознанием [25], но для нас достаточно предполагать лишь связь между этими феноменами. При бросании монеты, с точки зрения субъекта, всегда есть 2 возможности исхода – "орел" или "решка". И всегда эти 2 возможности в результате испытания "коллапсируют" в одну из них. С точки зрения субъективного наблюдателя (физика), этот процесс случаен и необратим, так как вполне детерминированная причина реализации того или иного исхода бросания монеты по причине неполноты скрыта от него. Вследствие этого, в каждом акте бросания монеты, или в любом другом акте выбора из альтернатив, субъект получает новое знание из скрытой (вследствие неполноты) части мира. Поэтому, если познание есть рост знания, то в этом смысле, любое наше осознаваемое действие, разделяющее альтернативы, является познанием. Это может происходить только непосредственным наращиванием субъективного алфавита состояний S путем заимствования состояний из памяти.


Рис. 5

Рост числа состояний субъекта (субъективная инфляция), может объяснить необратимый рост энтропии Вселенной (2-е начало термодинамики) и, возможно, наблюдаемое расширение Вселенной [12]. Эксплицируя сущность познания, я показал, что этот процесс может иметь фундаментальную природу в структуре универсума, определяя глобальную асимметрию прошлое – будущее. Было бы заблуждением считать, что для комплементарной части мира все процессы идут в обратном направлении с понижением энтропии. Это противоречило бы самой идее нашего подхода. С точки зрения "жителей" комплементарной части мира (для нас это память) все будет выглядеть точно так же, ибо их физика формируется с их субъективной точки зрения по тем же самым принципам.

### 5.6 Обратимость в ментальном мире

Ментальный мир, являющийся моделью физического, подчиняется совсем другим закономерностям. Но эти закономерности обладают генеалогической преемственностью по отношению к физической реальности. Так математический объект признаётся существующим, если не содержит противоречия с точки зрения формальной логики. С первого взгляда, здесь не видно сходства с определением существования физических объектов. Однако легко догадаться, что сама логика наследуется от физического мира. Выше я показал, что имеющая место в нашем мире необратимость, может быть прямым следствием субъективной неполноты физической реальности. В отличие от этого, мир, конструируемый субъектом (ментальный потомок субъекта) всегда обратим по причине полноты модели. Примером обратимых конструкций ментального мира являются многочисленные механические или электронные механизмы, работа которых основана на нашей способности к абстрагированию. Так компьютер, как и любая физическая система, физически необратимый объект, подчиняющийся закону неубывания энтропии. Действительно, в процессе вычислений (мы рассматриваем классические вычисления) всегда вырабатывается тепло и, следовательно, его энтропия растет. В то же время, в таком компьютере может работать программа, совершающая в цикле одни и те же действия, как в прямом, так и в обратном порядке. Это означает, что компьютер, несмотря на физическую необратимость, логически обратим. Логическая обратимость имеет место в ментальном семиотическом слое искусственной реальности, построенной субъектом над физической базой. Любой символ, любая ячейка компьютера является конструктом над полем состояний сознания. Число состояний компьютера большое, но конечное число. В отличие от физических состояний, которые не могут быть посчитаны вследствие физической неполноты, логические состояния компьютера могут быть посчитаны и учтены (физическим наблюдателем). Известно, что некоторые истинные высказывания в области натуральных чисел не могут быть доказаны внутриязыковыми средствами формальной арифметики (2-я теорема Геделя). Эта теорема имеет корни в физической реальности, где имеет место "теорема" о физической неполноте. Однако вернемся к необратимости. Наблюдатель всегда может абстрагироваться от внутренней структуры элементов, составляющих систему, положив энтропию каждого из этих элементов равной нулю и опустив тем самым начало отсчета на шкале энтропии до системообразующего (субъективно-функционального) уровня. Именно это позволяет ему физическую энтропию отождествить с мерой информации.

Абстрагируясь, например, от атомно-молекулярной структуры кремниевых кристаллов, на основе которых построены логические элементы современных компьютеров, субъективная энтропия электронного регистра может быть определена, как $S=\log_2 N$, где N-число двоичных разрядов регистра. Энтропия же регистра, как физического устройства, значительно больше. Она складывается из термодинамической энтропии, а так же из энтропии субатомного уровня составляющих его элементов. Другими словами наблюдатель может произвольно выбирать калибровку энтропии. Однако, нижняя граница шкалы субъективной энтропии не может быть ниже термодинамического нуля, задаваемого модифицированной теоремой Нернста:

$$S_{Subj} \geq \log(\xi) \qquad (5.6.1)$$

Здесь $\xi=N_w/N_{subj}$ -степень вырождения физических состояний, определяющая нижнюю границу элементарности материи. Логарифм этой величины мы назвали скрытой энтропией $S_{hide} = \log(\xi)$. Энтропия субъекта, выраженная в объективных единицах, лежит в интервале:

$$S^{hide} < S < S^{hide} + \log(N_{Subj}). \quad (5.6.2)$$

Положив $S_{hide}=0$, перейдем к субъективной шкале энтропии:

$$0 < S < \log(N_{Subj}). \qquad (5.6.3)$$

Так как всегда $\xi>0$, мир для субъекта избыточен. Более того, есть основания думать, что $\xi>>0$ и это означает, что он "сильно" избыточен.

Подведем итоги настоящей главы.

Не смотря на формально успешное объяснение роста энтропии в замкнутом мире, понимание того, что есть субъект и что есть объект и, как они соотносятся с нашим антропоморфным пониманием этого предмета остается не достаточно ясным.

Мы показали, что понятие следования и связанные с ним понятия времени, памяти, числового ряда, алгоритма и.т.д, не имея объективного смысла, естественным образом возникают в модели, рассматривающей Вселенную в единстве дополнительных частей субъекта и объекта.

С точки зрения субъекта, мир расслаивается на 3 уровня реальности:

1. Уровень объективной реальности – трансцендентная, существующая вне времени и пространства "надфизическая" структура. Мы ее рассматриваем, как неупорядоченное множество состояний.

2. Уровень физической реальности. На этом уровне субъекту, в результате взаимодействия с объектом, открывается физическая реальность в пространственно-временном контексте. В этом смысле, физическая реальность – субъективна. В частности, разделение мирового множества состояний {W} на субъект и объект, порождает представление о темпоральной упорядоченности состояний субъекта. Кроме того, в физическом мире имеет место необратимость, связанная с субъективной неполнотой.

3. Ментальный уровень. Это уровень наших логико-семантических конструкций. На этом уровне сохраняется понятие времени, но господствует тотальная обратимость.

Интересно было бы исследовать связь нашей концепции дуального субъект - объектного мира с симметрией антиподов в модели двойной вселенной Линде[1]. Последняя призвана разрешить ряд частных космологических проблем. Однако на наш взгляд, идея двойной вселенной много глубже и содержит потенциал для будущих теорий, содержащих сознание.

## Глава 6. Фрактальность и субъективная перенормировка

Структура субъект – память, рассмотренная выше, позволяет интерпретировать память, как факторгруппу $W/\xi_{Subj}$ по подгруппе состояний сознания. Смежные классы $Я_{ij}$ , где индекс j=1,2,…, $\xi$ пробегает внутри каждого класса, представляют собой состояния сознания субъекта или текущее состояние физической реальности. Элементы внутри этих классов субъективно неразличимы вследствие неполноты. Каждый класс осознается, как одна реальность, допускающая выбор по отношению к будущему.

Образование таких классов с субъективно неразличимой, вследствие неполноты, структурой, подобно процессу перколяции – сливания пространственных структур в более грубые кластеры. Это подобно рассматриванию фотографии с большого расстояния, когда отдельные детали изображения становятся неразличимы.

Вследствие неполноты, мир всегда представляется нам ренормализованным (перемасштабированным). Он представляется нам проще и грубее, чем есть на самом деле. Но, в отличие от примера с фотографией, где речь идет о различении пространственных структур, здесь мы говорим о размерной перколяции самого пространства. Вследствие неполноты, "разрешающая способность" субъекта оказывается не достаточной, чтобы различать каждое измерение пространства состояний сознания. Это дает нам право говорить о субъективной ренормализации объективного пространства, приводящей к снижению видимой его размерности до размерности пространства качеств (квалий).

Если гипотетический внешний наблюдатель описывает мир функцией $\psi(q)$, где q - объективный параметр, то субъективная перенормировка приводит к описанию, изоморфному квантовой механике. Итак, для субъекта реальность выглядит уже по-другому:

$$\psi'(p) = \hat{\hat{C}}\psi(q). \qquad (6.1)$$

Здесь $\hat{\hat{C}}$ метаоператор, который мы свяжем с действием сознания (consciousness). p – физический параметр, на объективном уровне, связанный с q масштабным преобразованием: $p = \xi \cdot q$ .

Процесс перемасштабирования можно продолжить, так, что на следующем этапе использовать уже физическое описание, полученное на предыдущем этапе.

$$\psi''(p) = \hat{\hat{C}}\psi'(p) \qquad (6.2)$$

В результате чего, волновая функция $\psi'(p)$ превращается в классический интеграл движения $\psi''$, операторы, заменяются соответствующими наблюдаемыми. Уравнение (6.2) описывает переход в редуцированное ментальное (логическое) пространство, который есть не что иное, как квантово-механическая редукция, в результате которой многовариантная квантовая реальность проявляется в сознании наблюдателя, как однозначная классическая.

Кант интуитивно понимал эту структуру. Он писал, что Мир явлен нам не непосредственно, но через некоторый "аппарат" (в нашей интерпретации Кантовским "аппаратом" является оператор в уравнении ренормгруппы), который "размещает" скрытые от нас предметы мира самого по себе "в том самом" пространстве, которое мы можем созерцать в воображении.

Переход субъекта к физической реальности (рефлексия) и дальнейшая редукция к ментальному пространству происходят в два этапа. На первом этапе действие оператора $\hat{\hat{C}}$ мы воспринимаем, как возникновение неосознанных ощущений, и только на втором, как их осмысление. Проводя далее аналогию с ренормгруппой, можно заметить, что глобальная устойчивость мира по отношению к сознанию может определяться результатом рекурсивного применения операции субъективной ренормализации. В пределе мир может находиться либо в максимально простом состоянии с энтропией S=0, либо в максимально сложном состоянии (Ω – точке[7]) с энтропией S(ρ) = –N $\log_2$ N, где N- число объективных состояний мира. Можно предположить, что мир находится в нетривиальной устойчивой точке (критическая точка). Это может иметь следствием безмасштабность. В пользу последнего свидетельствует повсеместно наблюдаемая в природе фрактальность. Подобие уравнений, описывающих совершенно разные физические процессы, поражает воображение. Сама возможность познания[8] может быть объяснена фрактальным подобием объективного, физического и ментального миров.

Фрактальность Мира есть формальное выражение принципа трансцендентального наследования (определение), согласно которому, мир – потомок наследует априорные знания от своего родителя. Вероятно, только благодаря этой преемственности, несмотря на неполноту, мы можем строить суждения относительно устройства мира.

## 6.1 Субъективный скейлинг и Лембовский сдвиг

В 1936г, когда значение постоянной тонкой структуры (ПТС) было известно только с точностью до единиц, М.Борн писал "Я думаю, что мы не имеем оснований считать ПТС целым числом". Интуиция не подвела Борна и в настоящее время нам известны, по крайней мере, 10 знаков этого числа после запятой. Сегодня интересно поставить другой вопрос - что мы можем сказать о рациональности числа $\alpha$? В соответствии с нашим представлением о конечности мира, число $\alpha$ должно быть рациональным, например:

$$\frac{1}{\alpha} \approx \frac{137^2}{137} \equiv 137 \qquad (6.1.1)$$

Это нулевое приближение может соответствовать состоянию атома в отсутствии вакуумных флуктуаций.

[7] Точка максимальной сложности на асимптоте эволюции Вселенной. Понятие ввел французский теолог иезуит Пьер Тейяр де Шарден.

[8] Не тривиальная возможность познания мира часто связывается с вопросом о непостижимой силе математики в описании физической реальности, впервые сформулированным Е. Вигнером.

Мы можем предположить, что ультимативное значение ПТС должно соответствовать вакуумной поправке, приводящей к Лембовскому сдвигу энергетических уровней. Например, точность следующего целочисленного приближения близка к точности значения, известного из экспериментов:

$$\xi = \frac{1}{\alpha} \approx \frac{3068099}{22389} \approx 137.035999821[...] \qquad (6.1.2)$$

Числитель и знаменатель этой дроби, взаимно простые числа и $\xi$-дробное рациональное. Атом водорода в некотором приближении может быть рассмотрен, как 2 осциллятора с периодами $T_1 = \frac{2\pi R}{V}$ и $T_2 = \frac{2\pi\hbar}{mc^2}$, где R – радиус первой Боровской орбиты, $V$- скорость электрона на этой орбите. Последняя равна константе, введенной Козыревым, имеющей размерность скорости $V = C_2 \equiv \alpha \cdot c = \frac{c}{137}$. Первый период соответствует движению электрона вокруг ядра, а второй – осцилляциям самого электрона. Фазовая траектория такой системы лежит на поверхности тора. С точки зрения динамики движения фазовой точки по поверхности тора это означает, что проделав $(137)^2$ оборотов по Боровской орбите, точка не попадет в исходное состояние, как это имело бы место в случае кратного отношения (6.1.1), но попадет в достаточно близкое состояние, соответствующее нулевому приближению. И только, совершив 3068099 оборотов, точка вернется точно в исходное состояние, завершив полный цикл.

Запишем рациональное приближение (6.1.2) в виде цепной дроби:

$$\frac{1}{\alpha} \approx 137 + \cfrac{1}{27 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{89 + \ddots}}}}}} \qquad (6.1.3)$$

Компактно это приближение запишем как: $\{a_0; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$= $\{137; 27,1,3,1,1,89\}$. То есть в данном случае мы обрываем дробь на 6-ом члене.

В качестве примера запишем так же аналогичное рациональное приближение для отношения астрономических периодов – солнечного года и лунного месяца.

$$\frac{365.242191}{29.530589} \approx 12 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{17 + \ddots}}}}}} \qquad (6.1.4)$$

Это приближение записывается следующим образом:

$$\{a_0; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\} = \{12; 2,1,2,1,1,17\}$$

Любой календарь работает на принципе постоянной коррекции. Так в календаре, предложенном еще греками и, которым мы пользуемся до сих пор, используется приближение:

$$\{a_0; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\} = \{12;,2,1,2,1,1\} = 12 + \frac{7}{19}.$$

Это означает, что каждые 19 лет делается коррекция на 7 месяцев. Ошибка такого календаря - сутки за 219 лет.

Если в астрономическом календаре обрезание цепной дроби – искусственный прием, то в атомном "календаре" такое обрезание может быть обусловлено физической неполнотой. Тогда скачки корректировки будут естественным проявлением субъективной неполноты. Такие скачки, проявляющиеся в виде вакуумного шума, действительно, наблюдаются в атомных системах, приводя к так называемому, Лембовскому сдвигу энергетических уровней.

Длина цепной дроби определяется частотой среза (cut-off frequency) "субъективного Low-pass фильтра". Субъективный фильтр всегда, естественным образом, возникает для физического наблюдателя и обусловлен его неспособностью различать частоты выше $\omega^S = 1/T^S$, где $T^S$ - характерное время, связанное с процедурой измерения. Таким образом, Лембовский сдвиг обнаруживается при измерении и обусловлен им. Следует заметить, что редукция квантовых состояний, которую мы интерпретируем, как перемасштабирование - субъективный скейлинг, нелинейна, как нелинейна и операция округления чисел. На этой нелинейности может происходить смешение фундаментальных частот субъекта и объекта с возникновением большого числа комбинированных частот:

$$f_d \le |pf_0 - qf_1| \le f_c \qquad (6.1.5)$$

Где $p$ и $q$ - целые числа. $\{f_d\ f_c\}$- полоса пропускания «субъективного» фильтра.

Нелинейная динамика приводит к перескокам по сетке комбинированных частот в этой области, что и является источником квантового шума. В нашем случае $f_0$ - частота основного состояния атома. Она равна: $f_0 = 3294110778466754.5$ Hz.

Мы предположили, что степень субъективного вырождения равна 137. То есть, частота субъекта в 137 раз меньше объективной частоты системы субъект - объект. Тогда:

$$f_1 = f_0/137 = 24044604222385.0703125 \text{ Hz}$$

Вычислим соотношение (6.1.5) для $\frac{p}{q}$, выражающимся диафантовой аппроксимацией (6.1.3):

$$\frac{p}{q} = \{137, 27, 1, 3, 1, 1, 89\}.$$

Для разных значений $a_6$ получим следующие значения частот биений:

………………………

87 - 2147327554.0 Hz

88 - 1073664864.0 Hz

89 - 2174.0 Hz (6.1.6)

90 - 1073668708.0 Hz
91 - 2147331398.0 Hz
………………………

Следует обратить внимание на то, что боковые частоты, а так же разность между всеми соседними частотами приблизительно совпадает с частотой Лембовского сдвига 1.06GHz.

При варьировании $a_5$ частоты попадают в террагерцовый диапазон. А при варьировании $a_7$ эти изменения чрезвычайно малы ~10kHz. Наше рассмотрение очень грубое и едва ли следовало бы ожидать лучшего численного совпадения. Однако, если это совпадение не случайно, на это следует обратить внимание.

Наше исследование пересекается с работой французской группы ученых, которые экспериментально исследовали флуктуации частот в гетеродинном смесителе на диодах Шотки. Авторы показали, что фазовый шум в этой системе имеет характерный спектр фликкер шума[9]. Кроме того, перескоки частот осуществляются между разрешенными частотами, определяемыми диафантовой аппроксимацией соотношения $p/q$ в выражении (6.1.5). На основе этого исследования авторы делают далеко идущие выводы о природе времени и фундаментальном характере фликкер шума, обусловленном арифметическими причинами. Planat пишет: "Время и его структура обусловлены нелинейным взаимодействием двух осцилляторов. Сила этого взаимодействия флуктуирует по универсальному закону, который в свою очередь определяется субъектом и способом наблюдения". Интуиция авторов вплотную подвела их к нашему пониманию субъективного характера физических процессов!

В недавней статье А. Ольчака[10] приводится формула, достаточно хорошо аппроксимирующая постоянную тонкой структуры. Сам по себе факт существования таких формул не примечателен,- целая армия любителей на досуге занимаются "научной нумерологией",

[9] "1/F noise, the measurement of time and number theory". Fluctuation and Noise Letters. Vol1, No1, 2001

[10] А. С. Ольчак. "О возможной связи фундаментальных констант физики: постоянной тонкой структуры и постоянной Фейгенбаума". — Естественные и технические науки. — 2009. — № 2. — стр. 19—22

придумывая подобные соотношения. Поэтому, я не стал бы на это обращать особого внимания, если бы не одно замечательное обстоятельство. В формуле Ольчака фигурирует постоянная Фейгенбаума δ, имеющая прямое отношение к хаотической динамике и, следовательно, могущая быть связана с приведенным выше рассуждением. Напомним, что δ представляет собой знаменатель геометрической прогрессии ряда параметра $\lambda_i$ в каскаде бифуркаций при приближении к критической точке. Фейгенбаум исследовал простейшее квадратичное отображение, известное, как логистическое уравнение:

$$x_{n+1} = \lambda x_n (1 - x_n) \qquad (6.1.7)$$

Константа Фейгенбаума – универсальна и не зависит от конкретной формы уравнения. На сегодняшний день расчётное значение постоянной Фейгенбаума (в пределах точности, требуемой для расчёта ПТС) составляет

$$\delta = 4.669211660910299... \quad (6.1.8).$$

Величина ПТС весьма точно вычисляется, как корень простого уравнения

$$\frac{1}{\alpha} = 137 + \frac{\delta}{\frac{1}{\alpha} - \frac{\delta\pi}{2}} \qquad (6.1.9)$$

где $\pi = 3.141592653589$ и составляет $\alpha = 1/137.035999559...$, что аппроксимирует экспериментальное значение ПТС до десятого десятичного знака. Ольчак пишет, что не рассматривает совпадение полученного значения с экспериментальным, как физически оправданное, но надеется, что это совпадение может дать повод задуматься для других исследователей. Действительно, в контексте изложенного выше, такое "совпадение" может оказаться не случайным!.

Предположим, в качестве иллюстрации, что множество объективных состояний нашего мира $x_i \subseteq \Omega$ отображается в себя с помощью соотношения (6.1.7), определенного на конечном поле. Не стоит беспокоиться из-за перехода к дискретным величинам. Очевидно, что такая подмена возможна, ибо сам Фейгенбаум сделал свое открытие, пользуясь программируемым калькулятором(!), имеющим, очевидно конечное число состояний. Если число состояний достаточно велико, то единственное отличие от континуального приближения состоит в том, что в критической точке цепочка отображений образует конечный цикл. Последовательность состояний при этом можно охарактеризовать, как детерминированный хаос. Она максимально сложна или, как говорят – псевдослучайна. Поведение такой системы, как известно, определяется параметром $\lambda$. При $\lambda \to \lambda_c$ поведение системы после ряда бифуркаций становится хаотическим. Как будет выглядеть динамика для наблюдателя, являющегося частью модельного алгоритмического мира, описывающегося рекуррентной формулой (6.1.7)?. Для рассматриваемого простого случая на этот вопрос ответить не трудно. Нужно просто принять во внимание тот факт, что наблюдатель занимает часть вычислительных ресурсов (ячеек) мирового "автомата" или калькулятора Фейгенбаума, вычисляющего (6.1.7). Весьма важным является и понимание того факта, что мы сами вместе с нашей аппаратурой являемся частью мира, в котором живем. Такому наблюдателю, очевидно, не могут быть доступны все состояния $\Omega$ мира - автомата. "Природа" для него будет представляться значительно более огрубленной, крупнозернистой, чем есть на самом деле. Другими словами, наблюдатель увидит мир перемасштабированным $\Omega \to Q$, где $Q$- множество квантовых состояний, являющихся классами пропорциональности, определенными над Гильбертовым пространством. Фрактальный хаос обретет черты некоего порядка. Так, если в нашей модели мир находится вблизи критического состояния $\lambda = \lambda_c$, то после масштабного преобразования, обусловленного переходом от объективного к субъективному наблюдателю (а это имеет место в каждом акте измерения), значение параметра $\lambda$ уменьшится, и мы окажемся в бифуркационной области, где господствует определенный структурный порядок в виде многостадийного цикла. Возможно, что циклические процессы, начиная с субатомных колебаний и кончая динамикой галактических скоплений, являются следствием нашей ренормализованной субъективной точки зрения. В таком мире значение ПТС определяется через 3 универсальные константы – степень субъективного вырождения $\xi = \frac{1}{\alpha} \approx 137$, постоянную Фейгенбаума $\delta$ и число $\pi$. Возникает вопрос - можно ли на основе изложенного понимания получить формулу Ольчака (6.1.9)?

## Глава 7. Алгоритмическая модель мира

Если физический Мир изоморфен модели, содержащей арифметику натуральных чисел, то для такого Мира справедливы все ограничения Геделя-Тарского[11], а именно, существование утверждений, которые невозможно ни доказать, ни опровергнуть, невозможность сформулировать понятие истины внутриязыковыми средствами, а значит, и средствами любого языка, возможного в этом Мире. Для такой модели Мира агностицизм - строгое следствие ее свойств. Здесь необходимо рассмотреть подробнее и уточнить, что означает моделирование физического мира исчислением. Учитывая, что исчисление всегда может быть заменено алгоритмом, результатами которого служат объекты, порождаемые исчислением, в дальнейшем мы будем говорить об алгоритмическом описании Мира.

Любой жестко детерминированный процесс можно трактовать, как алгоритм переработки слов в некотором алфавите. Результаты исследований Черча, Тьюринга, Поста, Маркова и других основателей теории эффективной вычислимости наталкивают на мысль, что вообще любой процесс в нашем Мире может быть описан набором общерекурсивных функций или алгоритмом типа Маркова или машин Тьюринга-Поста.

Перенося тезис Тьюринга на физический мир, можно заключить, что весь мир может быть смоделирован одной машиной Тьюринга[12],

[11] Речь идет о теореме Геделя о неполноте формальной арифметики и ее усилении- теореме Тарского о невыразимости понятия истины.

[12] A.M.Turing. On Computable Numbers...-Proc.London Math. Soc.,42 (1936-1937), p. 230-265 ,(В своей знаменитой статье А.М.Тьюринг предложил "машину" веьма простого рода, способную напечатать в соответствующем алфавите разложение любого вычислимого действительного числа. Он пояснил так же каким образом такая машина могла бы вывести все формулы исчисления предикатов).

реализующей один грандиозный алгоритм. Видимо, космогонические представления делают новый виток, возвращая нам идею лапласcовского детерминизма в новом понимании.

## 7.1 Моделирование в конечном мире

Под моделированием в узком смысле обычно понимают создание модели объекта, а точнее создание алгоритма, описывающего наиболее характерную или представляющую интерес сторону процесса. В широком смысле моделирование может быть отождествлено с процессом познания. Как будет ясно из дальнейшего изложения, познание субъектом мира, выражающееся в форме моделирования, вовсе не является чем-то второстепенным, но лежит в самой основе мироустройства. Снижая постановку проблемы, можно сказать, что цели моделирования заключаются в прогнозировании и изучении поведения реальных объектов и их откликов на различные воздействия со стороны субъекта с тем, чтобы затем учесть их в реальной жизни. Заметим, что возможности экспериментирования с реальными объектами всегда ограничены. Почему же модель объекта, представляющая собой тоже некий объект, тем не менее, позволяет экспериментировать с ним, изменяя значения параметров и начальных условий, масштабировать и изменять направление времени? Конечно же, это возможно только благодаря упрощенному, неполному представлению процесса в модели. Как будет меняться алгоритм при увеличении точности моделирования? Ясно, что сложность и время его выполнения будут расти. Кроме того, модель все более будет походить на объект моделирования, а у исследователя будет оставаться все меньше степеней свободы для экспериментирования. Экстраполируя эту тенденцию, легко понять, что модель при увеличении точности, приближается к самому объекту моделирования. А.Н. Колмогоров писал: "Достаточно полная модель живого существа по справедливости должна называться живым существом, модель мыслящего существа - мыслящим существом". Ключевым словом в этом высказывании является слово "достаточно". Может быть, достаточно полная модель это копия? фон Нейман, размышляя над механизмом человеческого мышления, пришел к гипотезе, что, если система достигает определенной степени сложности, то ее модель не может быть проще, чем она сама. Этот тезис аналогичен только что приведенному высказыванию Колмогорова. Степень сложности, о которой пишет фон Нейман, есть не что иное, как максимальная сложность.

Заметим, что, если объект максимально сложен, то он не может быть смоделирован или познан. Общей чертой нашей инженерной деятельности является конструктивная избыточность ее объектов. Максимально сложные объекты неконструктивны, а это значит, что они не могут быть искусственно созданы и являются неотъемлемой частью природы. Приведенные выше ограничения, имеющие место для замкнутых конечных моделей, мы называем неполнотой по аналогии с неполнотой непротиворечивых аксиоматических систем, исследуемых математической логикой. По-видимому, отмеченная аналогия простирается гораздо глубже чисто внешнего сходства.

### 7.2 Обратимые и необратимые алгоритмы.

Мы предполагаем, что в основе физического мира лежат состояния сознания, представляющие собой первичную сущность и поэтому требующие введения "ad hoc". Дискретное множество состояний сознания аналогично ячейкам конечного автомата. Эти ячейки могут быть активны (1) или пассивны (0). Над полем этих ячеек действует алгоритм, который отражает структуру Мира и определяет его развитие.

Рассмотрим машину Тьюринга, действующую на алфавите A={0,1} с набором внутренних состояний $S=\{S_i\}$. Под состоянием следует понимать полное состояние системы, а именно, внутренние состояния в совокупности с информацией на ленте. Напомним, что поведение машины Тьюринга определяется символом напротив считывающей головки и ее внутренним состоянием. При этом считанный знак и внутреннее состояние заменяются новыми, а головка передвигается в направлении D=(R,0,L) (на одну позицию в одном, либо другом направлении или остается неподвижной). Коротко, поведение машины Тьюринга может быть описано тремя функциями с областями значений из A,S, определенными на множестве {A S}. Соответственно программу будем записывать в виде набора строк в формате: $\{A\ S\}\rightarrow$ ASD

Пример 1. Программа:

$$0S_1 \to 0S_1R$$

$$1S_1 \to 1S_1R$$

описывает «прозрачную» машину Тьюринга, не производящую никаких действий, двигаясь по ленте в любом направлении. R - означает движение «печатающей» головки направо, L – налево. Будем считать, что замена R на L и обратно эквивалентна замене знака времени на противоположный. В качестве следующего примера приведем программу, сдвигающую информацию на ленте на одну позицию вправо:

Пример 2.

$$0S_1 \to 0S_1R$$

$$1S_1 \to 0S_2R$$

$$0S_2 \to 1S_1R$$

$$1S_2 \to 1S_2R$$

Перед тем, как проанализировать работу этих программ, приведем примеры необратимых машин Тьюринга.

Пример 3. Программа:

$$0S_1 \to 0S_1R$$

$$1S_1 \to 0S_2R$$

$$0S_2 \to 1S_3R$$

$$1S_2 \to 1S_2R$$

$$1S_3 \to 1S_3R$$

$$0S_3 \to 0S_3R$$

складывает два числа, представленные в единичной системе счисления (алфавит A={1}). И последний пример:

Пример 4.

$$0S_1 \rightarrow \quad 0S_1R$$

$$1S_1 \rightarrow \quad 0S_1R$$

программа, стирающая информацию с ленты при движении в любом направлении.

Будем считать, что машина Тьюринга обратима, если при изменении знака времени $t \rightarrow -t$ машина возвращается в исходное состояние, проходя через ту же последовательность состояний в обратном порядке. В противном случае машина Тьюринга необратима. Из рассмотренных примеров видно, что необратимость возникает вследствие потери информации. Так, машина из примера 4 является простейшей необратимой машиной, необратимость в которой возникает вследствие уничтожения информации на ленте. Необратимость машины из примера 3 имеет более сложное происхождение. В этом случае причиной необратимости является потеря информации о том, из каких слагаемых получается сумма. Следует заметить, что стирание информации с ленты еще не означает потерю этой информации, так как она может быть сохранена во внутренних состояниях машины. Именно это имеет место в примере 2. Здесь стирание единицы всегда сопровождается переходом из состояния S1 в состояние S2. В общем случае каждое следующее состояние машины Тьюринга не содержит информации о предыдущих, поэтому в процессе работы алгоритма она может теряться. Так, например, вход в бесконечный цикл также сопровождается потерей информации. Действительно, в точке входа в цикл невозможно определить предыдущее состояние алгоритма.

Вернемся к примеру 1. Алгоритм описывает движение головки слева направо независимо от встречающихся символов. Этот алгоритм обратим, так как на любом шаге может быть определено предыдущее состояние. Действительно, согласно программе, каждое состояние (определяемое в данном случае положением головки и считываемым знаком) определено однозначно и возникает из состояния, в котором головка расположена на одну позицию левее.

Пример 5. Программа:

$$0S_1 \to 0S_1R$$

$$1S_1 \to 1S_1L$$

описывает движение головки слева направо до первой встретившейся единицы, после чего машина попадает в бесконечный цикл. Как уже отмечалось, в точке входа в цикл имеет место неоднозначность в определении предыдущего состояния. Действительно, нет средств определить произошел ли вход в цикл на предыдущем шаге. Следовательно, эта программа описывает необратимый алгоритм. Обычно, алгоритм понимается, как процедура преобразования слова «A» в слово «B» за конечное число шагов. Но возможны алгоритмы, имеющие начальное или конечное состояния в бесконечности или не имеющие таковых вообще. Рассмотрим алгоритм из «x» в «y», где «x» множество входов а «y» множество выходов. Пусть, Â - оператор, определяющий локальное преобразование информации в алгоритмическом процессе. Пусть, на входе алгоритма имеется состояние $F_0(x)$, тогда состояние алгоритмического процесса на i-ом шаге вычисляется по стандартной схеме рекурсии:

$$F_i(x) = \hat{A}\, F_{i-1}(x) \quad (7.2.1)$$

Состояние через n итераций будет

$$Y = F_n(x) = \hat{A}(\hat{A}(\hat{A} \dots (\hat{A}(F_0(x) \dots ) = \hat{A}^n F_0(x) \quad (7.2.2)$$

Предположим, что рассматриваемый алгоритм для значений $x_l$ и $x_m$ входного множества на k-ом шаге генерирует одно и то же состояние:

$$\hat{A}^k(x_l) = \hat{A}^k(x_m) \quad (7.2.3)$$

Заметим, что, так как алгоритм однозначно определяет каждое последующее состояние на основании предыдущего, то и две рассматриваемые рекурсивные последовательности, начинающиеся со значений $x_l$ и $x_m$ при i>k, сольются в одну. Пусть, теперь $\hat{A}^{-1}$ - обратное преобразование:

$$F_{i-1}(x) = \hat{A}^{-1} F_i(x) \quad (7.2.4)$$

То есть $\hat{A}\hat{A}^{-1}=1$; Очевидно, что для рассматриваемого примера в точке, описываемой состоянием $F_k(x_l)=F_k(x_m)$, такого оператора не существует, так как переход к предыдущему состоянию неоднозначен. Это позволяет нам дать более строгое понятие обратимости алгоритма:

Алгоритм обратим в точке (на этом шаге вычислений), если наряду с локальным оператором $\hat{A}$ в этой точке существует обратный ему оператор $\hat{A}^{-1}$ такой, что $\hat{A}\hat{A}^{-1}=1$; и обратно:

Алгоритм необратим, если для него не существует $\hat{A}^{-1}$

Сформулируем следующую очевидную теорему:

1. Алгоритм A(x-y), биективно отражающий множество входов на множество выходов, всегда обратим.
2. Алгоритм с сурьективным отображением входов на выходы - необратим.

Введем несколько полезных для дальнейшего изложения определений.

Назовем алгоритм открытым, если для элемента из некоторого множества входов «X» за конечное число шагов он генерирует элемент из множества выходов «Y». Может оказаться, что алгоритм не генерирует выходных значений. Это может иметь место в случае попадания в бесконечный цикл, либо отсутствия решений за конечное число итераций. Такой алгоритм имеет входы, но его выходное множество пусто. Назовем его полузакрытым. Такой алгоритм всегда необратим. Третий тип объектов, которые едва ли подходят под традиционное определение алгоритма, будем называть закрытыми алгоритмами. Такие алгоритмы не имеют ни входов, ни выходов. Примером такого объекта является зацикленная часть полузакрытого алгоритма. На рис 6. приведены графы рассмотренных типов алгоритмов, иллюстрирующие приведенную выше классификацию. Характерной особенностью необратимых алгоритмов является наличие «вилок» в графах их состояний. Узлы этих «вилок» связывают 3 или более состояний, из которых только одно состояние лежит в «будущем», тогда как все остальные - в «прошлом». Узел связывает эти состояния в структуру «вилки». Каждое состояние (узел) обратимого алгоритма связывает только 2 состояния, одно из которых предыдущее, а другое последующее.

Точки входа «X» и выхода «Y» интуитивно понимаются, как особые состояния, не имеющие предыдущего и последующего состояний соответственно.

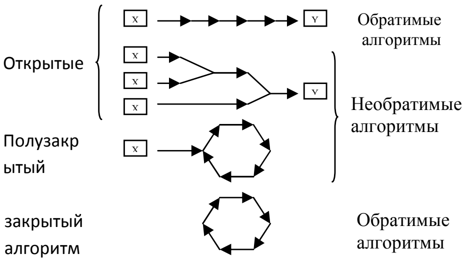



Рис 6.
классификация алгоритмов

Исключая из рассмотрения необратимые алгоритмы[13] ввиду наличия особых состояний (творение и конец мира), мы остановимся на изучении закрытых обратимых алгоритмов. Топологически такой алгоритм представляет собой замкнутую, нигде не пересекающуюся траекторию с конечным числом состояний, каждое из которых связано только с двумя соседними состояниями.

Сформулируем еще одну очевидную теорему:
Множество преобразований, порождаемых локальным преобразованием $\hat{A}$ закрытого обратимого алгоритма, образует циклическую группу порядка N, где N- число состояний алгоритма. Другими словами $\hat{A}^N=1$. Кроме того, очевидно, что состояния в пределах цикла не повторяются. Ибо, если бы было $\hat{A}^k= \hat{A}^i$, где $i<k<N$, то вопреки $\hat{A}^N=1$ было бы $\hat{A}^{k-i}=1$. Поведение физической системы, описывающейся таким алгоритмом, следовало бы охарактеризовать, как эргодическое[14].

[13] Естественно было бы при построении модели физического мира использовать класс необратимых алгоритмов. Это позволило бы достаточно естественно решить проблему энтропии. Однако, как будет ясно из дальнейшего изложения, этот путь ошибочен.
[14] В континууме эргодичность Больцмана не реализуется.

## 7.3 Механика квантовой механики

Рассмотрим систему, имеющую конечное множество М состояний. Предположим, что существует функция или алгоритм $\zeta$ отображающий это множество в себя $\zeta : M \to M$. Как мы только что показали, траектории такой системы в пространстве ее состояний эргодичны и представляют собой конечные циклы. Любые части этой системы, очевидно, имеют циклы не большей длины.

Выделим из системы 2 части, соответствующие – наблюдателю (субъекту) и исследуемому объекту. Будучи частями единого "большого" цикла, эти подсистемы испытывают некоторое согласованное изменение состояний.

Для большей наглядности, воспользуемся механистической метафорой механизма. Такие наглядные образы часто бывают полезны при построении теории, но сослужив службу, впоследствии оказываются ненужными,- их роль берет на себя математический формализм.

Рассмотрим систему, состоящую из двух подсистем - шестерней. Каждый зубец шестерни "Subj" соответствует состоянию наблюдателя, а каждый зубец шестерни "Obj"- состоянию объекта.

$$\psi = \left| \left| 1{,}1 \right\rangle \right\rangle + \left| \left| 2{,}2 \right\rangle \right\rangle + \left| \left| 3{,}3 \right\rangle \right\rangle + \ldots \left| \left| 11{,}8 \right\rangle \right\rangle$$

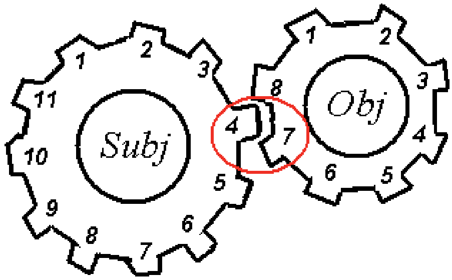



Рис.7

Механическая зацепленность шестерней имитирует зацепленность состояний наблюдателя и объекта.

Будем считать, что субъект – наблюдатель имеет число состояний $N^S$. Наша квазимеханическая модель иллюстрирует Эвереттовские соотнесенные состояния [19]. Но это - классический аналог соотнесенных состояний (далее мы будем употреблять современный термин – зацепленные или запутанные состояния). Принципиальным отличием является то, что состояния нашего механизма вовсе не квантовые. Отождествим их с некими фундаментальными (субквантовыми) состояниями. Итак, мы предположили, что зубья шестеренки "Subj" – суть состояния наблюдателя, отвечающие за его знание о наблюдаемой системе. Число этих состояний - $N^S$. Число состояний объекта (шестеренка "Obj") обозначим - $N^O$. Число конфигурационных состояний системы наблюдатель - объект будет:

$$N = \frac{N^S N^O}{НОД}; \qquad (7.3.1)$$

НОД – наибольший общий делитель чисел состояний. Если числа $N^S; N^O$ кратны, то число состояний составной системы равно наибольшему из этих чисел. Другой крайний случай имеет место, если эти числа взаимно простые. Тогда число состояний системы равно их произведению. Это следует так же из того, что произведение двух циклических групп $\mathbb{Z}/n$ and $\mathbb{Z}/m$ является циклической группой только в том случае, если числа n и m взаимно простые. Состояния составной системы (конфигурационные состояния) будем выражать парой номеров зубьев в точке сцепления. Для отличия от Дираковских обозначений принятых в квантовой механике, мы будем использовать скобки специального вида. Состояния субъекта мы обозначаем Дираковскими скобками $[Subj >$ с левой квадратной скобкой, а состояния объекта двойными Дираковскими скобками $||Obj j \gg$. Например, на рисунке 7 система находится в состоянии $|\Psi >= [4 > ||7 \gg$. Понятно, что состояния $||i \gg$ и $||j \gg$ i≠j , относящиеся к одной и той же шестерне ортогональны $\ll j||i \gg= \delta ij$, так как система не может находиться в двух состояниях одновременно.

Состояния $[i>||j\gg$ и $[i+k>||j\gg$ субъект различает по определению, а состояния $[i>||j\gg$ и $[i>||j+k\gg$ не различает, так как этим состояниям системы сответствует одно и то же состояние $[i>$ наблюдателя. Здесь $k=1,2,3\ldots$, а счет в каждой из скобок идет по модулю $N^S$ и $N^O$, соответственно. Из дальнейшего будет ясно, что этим состояниям соответствуют разные фазы ВФ или, что то же самое, разные точки на луче в Гильбертовом пространстве состояний системы. Из (7.3.1) следует, что зацепление систем "Subj"и "Obj" может только уменьшать число состояний составной системы. Незацепленные шестерни вращаются произвольным образом, и состояние такой системы, можно назвать факторизуемым.

Число состояний системы с взаимно-простыми $N^S;N^O$ равно числу состояний системы с незацепленными состояниями. Система, представленная на рисунке 7, имеет 88 состояний, так как числа 11 и 8 взаимно простые. Функцию, характеризующую запутанное состояние рассматриваемой системы запишем в виде:

$$\psi(j)=[i+j>\|\ j+k>> \qquad (7.3.2)$$

i и j – некоторые начальные значения. Мы предполагаем, что все процессы ("колесики") во Вселенной зацеплены. Независимые (факторизованные) процессы это только лишь приближение, которое применимо к системам, связь между состояниями которых скрыта от субъективного наблюдателя и не прослеживается явно.

Здесь мы, в некотором смысле, возвращаемся к истокам, когда вся Вселенная представлялась нам одним грандиозным механизмом. Однако, не было бы причины для обсуждения этой старой идеи, если бы в нее не вкладывалось понимание того очевидного, но упорно игнорируемого факта (даже после появления в 1957г основополагающей работы Эверетта по соответственным состояниям), что наблюдатель в самом широком смысле этого слова, всегда является частью Вселенной, которую он изучает.

В наиболее общем случае числа состояний наблюдателя и объекта не кратны:

$$N^S=kN^O+res \qquad (7.3.3)$$

Если $N>N^S$ то, состояния субъекта вырождены. Степень вырождения обозначим: $\xi = N / N^S$. В нашем примере ξ=8. Вырожденность состояний субъекта отражает принципиальную ограниченность его "когнитивных" возможностей. Это означает, что имеются различные состояния системы, которые субъект воспринимает, как одно состояние. Число состояний субъекта не достаточно для того чтобы взаимно – однозначно сопоставить им конфигурационные состояния составной системы. Напомним, что эту ситуацию мы называем физической неполнотой. Если ее обобщить, то мы должны признать существование скрытых процессов и объектов, которые не могут быть обнаружены непосредственно, но, по всей видимости, должны проявлять себя косвенно в физических закономерностях, управляемых движением видимой части материи. Я не стану искать референт этой скрытой части реальности (им, например, может оказаться темная материя), но это было бы спекуляцией.

Вернемся к нашей модели. При вращении зацепленных шестерней система последовательно перебирает состояния:

$\xi_k = [i + k > ||j + k \gg$. Так опишет ситуацию объективный наблюдатель, то есть некоторый метанаблюдатель, способный распознать каждое состояние системы в каждый объективный момент времени и описать полную картину происходящего. Назовем такого наблюдателя - внешним или сторонним наблюдателем, то есть это наблюдатель, не являющийся частью системы и имеющий число состояний не меньшее числа состояний системы. Для нашей квазимеханической модели таким наблюдателем мог бы быть механик, проверяющий хорошо ли сцеплены шестерни в часовом механизме. Но, если речь идет о мировом "механизме", то представление о таком наблюдателе сродни представлению о демоне Лапласа.

Для субъективного наблюдателя все выглядит иначе. Механика, которую он построил бы для описания его субъективной реальности, неизбежно содержала бы элемент неполноты. Действительно, число состояний такого наблюдателя не достаточно для того чтобы он мог составить полное, однозначное представление о системе. В нашем примере наблюдатель имеет только 11 различимых (8-кратно вырожденных) состояний. Представим "фазовую" траекторию системы в координатах степеней свободы субъекта (наблюдателя) и объекта (остальной части мира).

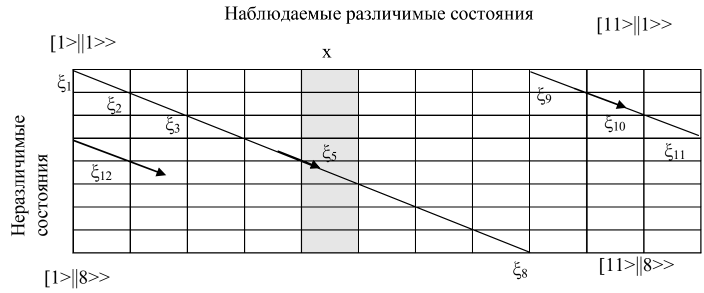



Рис.8 Траектория системы шестерней в пространстве состояний механизма

По оси x здесь отложены состояния наблюдателя, ответственные за наблюдаемое свойство объекта. Так, если объект находится в точке $x$, то его состояние в Дираковских обозначениях $|x>$. В нашем примере это состояние 8-кратно вырождено по фундаментальным состояниям. Для субъективного наблюдателя все выглядит, так, как если бы, имелась некая скрытая добавочная степень свободы.

Легко видеть, что, подобно системе двух связанных осцилляторов, фазовое пространство состояний рассматриваемой квазимеханической системы представляет собой многообразие тороидальной топологии $T^2$. На рис.8 изображена развертка тора (Противоположные стороны отождествлены). Фазовая траектория системы является геодезической (локсодрома) на торе. На плоском торе возможны 3 класса траекторий, в соответствии с числом топологической связности. Подобные структуры часто встречаются в физике. В непрерывном приближении формула 2 имеет вид: $\Psi = \exp(ix)\exp(ix^h)$. Где $x$ и $x^h$ являются функциями объективного времени $t_{Obj}$. Это выражение является решением уравнения движения системы двух связанных осцилляторов, которое, как известно, в фазовом пространстве, описывается многообразием тороидальной топологии. Разбив Вселенную на 2 части (субъект - объект) мы предельно упростили картину. Однако, она позволяет понять основные принципы нашего подхода называемого субъективной физикой.

Введем время, как поток событий смены состояний системы. Поворот системы шестерней на один зубец соответствует одному кванту времени. В общем случае, порядок смены состояний может определяться неким алгоритмом. Естественно назвать это время алгоритмическим, а фазовую траекторию системы – алгоритмической траекторией. Таким образом, мы исходим из предельно простой алгоритмической картины - мир, как конечное множество состояний (которое разбивается на подмножества субъекта и объекта) плюс, действующую над ним, функцию отображения этого множества в себя. В такой системе для субъекта имеет место ситуация неполноты, приводящая к необходимости рассматривать 2 масштаба времени. Наблюдаемое физическое время (субъективное) и алгоритмическое (или объективное время). Полный период системы в приведенном примере (время между "возвратами Пуанкаре") составляет $T_{Obj}$ =88 квантов алгоритмического времени. Полный период наблюдателя равен $T_{Subj}$ =11 квантам физического времени. Таким образом, каждый субъективный квант содержит 8 скрытых квантов времени. Как видим, наша модель вполне естественно приводит к понятию скрытого времени, которое вводят феноменологически в ряде интерпретационных моделей КМ. В последнее время к этому понятию все чаще прибегают разные исследователи.

Что это означает физически? Для внешнего наблюдателя поворот шестерни Subj на один зубец является событием перехода к следующему моменту алгоритмического времени. Для наблюдателя, связанного с этой шестерней (который, согласно модели, ею и является), событием может быть только встреча с определенным зубцом другой шестерни. Рассмотрим эту ситуацию подробнее. Пометим зубец на шестерне Obj. Движение такой метки может описывать движение частиц, например фотона. Следует обратить внимание на то, что если бы наблюдатель мог определить фазу движения частицы (угол поворота шестерни Obj $\varphi = n \cdot 2\pi/8$), то в совокупности со своими apriori доступными 11 состояниями, ему были бы доступны все 88 состояний системы, чего, как мы уже обсуждали, быть не может. Поэтому, абсолютное значение фазы не может быть доступно субъекту. Различимыми ***физическими*** событиями следует считать только события встречи помеченного зубца шестерни Obj с шестерней Subj. Только это событие следует считать переходом к следующему моменту ***физического*** времени. В промежутке времени между этими событиями положение частицы, хотя и имеет в каждый момент объективного времени вполне определенные значения, для субъективного (физического) наблюдателя в принципе неопределимо. Частоту, с которой наблюдатель встречается с частицей - меткой мы можем интерпретировать, как энергию (минимальная порция энергии (квант) равна $\Delta E = 1/T^{Subj}$). Тогда время и энергия, сопряженные переменные, связанные преобразованием Фурье на конечном базисе. Поэтому точность задания одной из них влияет на точность другой, что формально соответствует принципу неопределенности. Циклическая природа самого наблюдателя в нашей модели приводит к эффекту "стробоскопа", на основе которого легко понять причину квантования энергии. Например, наблюдая через стробоскоп за классическим осциллятором с непрерывным спектром энергии, мы обнаружили бы наличие дискретного ряда стационарных состояний с кратными частотами.

## Глава 8. Геометрия алгоритмического мира

Риман писал: «...или то реальное, что создает идею пространства, образует дискретное многообразие, или же нужно пытаться объяснить возникновение метрических соотношений чем-то внешним», так как «в случае дискретного многообразия принцип метрических соотношений содержится уже в самом понятии этого многообразия»[15]. Оставляя все права только за первой возможностью, заметим, что в основу концепции конечного физического мира может быть положена алгебраическая геометрия над конечными полями, восходящая к работам великих геометров прошлого столетия фон Штаудта и Фано. Фано первым построил конечную геометрию (проективную плоскость порядка $P$, где $P$ простое). Согласно Ф.Клейну «геометрия есть тогда, когда есть группа, действующая на некотором множестве элементов». Ясно, что множество элементов, о которых говорит Клейн, совершенно не обязательно должно иметь мощность континуума или быть счетно бесконечным. Однако, оно должно иметь определенную

[15] Riemann.B., Nachrichten.K. Gesellschaft Wiss. Gottingen, Bd.13, 1868,S.133-152.

структуру, а именно, на нем должны быть определены простейшие геометрические образы: точки, плоскости, прямые и.т.д.

### 8.1 Проективные геометрии на конечных полях

Известно, что кольцо вычетов (остатков от деления) по модулю P, при условии, что P – простое, образует поле. Доказательство крайне просто – Пусть a – элемент кольца, тогда $a \cdot n \bmod P$ где $n \in \mathbb{Z}$ пробегает все элементы кольца и, в частности, через его 1. Значит для любого "a" есть обратный элемент в этом же кольце $a \cdot a^{-1} = 1$.

Э.Галуа рассматривал классы многочленов степени $n \in N$, являющиеся вычетами от деления на некоторый простой многочлен P. Он показал, что классы таких многочленов образуют конечные поля и что на этих полях сохраняются обычные свойства арифметических операций над вещественным полем $\mathbb{R}$. Их обозначают, как $GF(p^n)$ Здесь *p* - простое, $n$- натуральное. Поле $GF(p^n)$ можно рассматривать, как n- мерное векторное поле над $GF(p)$

В общем случае расширенное поле Галуа $GF(p^m)$, образуется прямым произведением m экземпляров поля $GF(p)$, где $p$ – простое число, называемое характеристикой, а $m$ – натуральное. Поле $GF(p^m)$ можно рассматривать, как $m$–мерное векторное пространство, на котором могут быть определены так же и операции умножения векторов.

Если Канторовские актуальные бесконечности являются лишь абстракцией, и природа – конечна, то в основу ультимативной теории с необходимостью должны быть положены геометрии над конечными полями Галуа. Рассмотрим несколько простейших конечных геометрий.

Над полем $GF(2^1)$

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 00 | 0 |
| $x^0$ | 01 | 1 |

таблица 1.

можно построить самый простой вырожденный случай геометрии. Она представляет собой проективную точку и не содержит ни одной прямой. Эта точка замкнута сама на себя. Нулевой элемент отбрасывается. Отбрасывание нулевого элемента приобретает особый смысл в геометрической интерпретации.

Геометрию следующего уровня можно построить над простейшим расширением предыдущего поля $GF(2^1) \to GF(2^2)$ - это поле состоит из 4-х элементов.

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 00 | 0 |
| $x^0$ | 01 | 1 |
| $x^1$ | 10 | x |
| $x^2$ | 11 | x+1 |

таблица 2.

В данном случае элементами поля являются многочлены - остатки от деления на неприводимый многочлен $\mathrm{mod} = x^2 + x + 1$ (111). Напомним, что остатки всегда имеют степень на 1 ниже, чем делитель. На этом поле действуют обычные операции сложения и умножения (по модулю). Например, умножив элемент 10 на 11, получим элемент из той же группы 01

$$
\begin{array}{rr}
* & \begin{array}{r} x+1 \\ x \end{array} \\
\hline
+ & \begin{array}{r} x^2+x \\ x^2+x+1 \end{array} \\
\hline
 & 1
\end{array}
$$

В этом поле, состоящем из четырех элементов, число $x$ является порождающим элементом. Умножение на $x$ отображает любой не равный 0 элемент этого поля на элемент, условно расположенный справа от него. Умножение же на обратный элемент $x^2 = x + 1 = 1/x$, приводит к элементу, расположенному слева. То есть, мы можем рассматривать 2 оператора $R = x$ и $L = x + 1$, действие которых на кольце элементов сводится к повороту по или против часовой стрелки, соответственно.

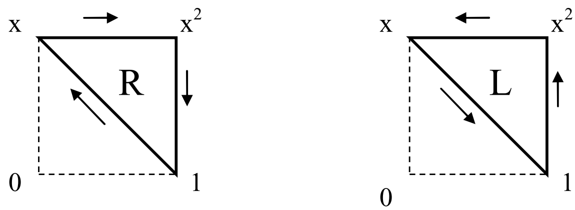



рис.9

Заметим так же, что $(x)^2 = x^2$, а $(x^2)^2 = x$. Здесь возможна интересная геометрическая интерпретация. Заметим, что поле элементов (пропорциональные пары), образует проективную прямую. Эта прямая содержит 3 точки. Удаление одной из точек (несобственный элемент см. ниже) превращает проективную геометрию в аффинную. В такой аффинной геометрии всего 2 точки и одна прямая ими образуемая.

Более богата геометрически следующая ступень расширения – поле $GF(2^3)$, образуемое порождающими полиномами $x^3 + x + 1$ или $x^3 + x^2 + 1$ и состоящее из 8 элементов:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 000 | 0 | 000 | 0 |
| $x^0$ | 001 | 1 | 001 | 1 |
| $x^1$ | 010 | x | 010 | x |
| $x^2$ | 100 | $x^2$ | 100 | $x^2$ |
| $x^3$ | 011 | x+1 | 101 | $x^2$+1 |
| $x^4$ | 110 | $x^2$+x | 111 | $x^2$+x+1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $x^5$ | 111 | $x^2+x+1$ | 011 | $x+1$ |
| $x^6$ | 101 | $x^2+1$ | 110 | $x^2+x$ |

таблица 3.

Группы, образуемые разными неприводимыми полиномами, очевидно изоморфны.

На этой геометрии уже в полной мере может быть проверена проективная аксиоматика. Здесь мы имеем проективную плоскость, так как поле представлено пропорциональными тройками. Напомним, что каждая прямая в аффинном пространстве $A^3$ однозначно определяет точку на проективной плоскости $P^2$. В нашем примере мы имеем проективную плоскость, состоящую из 7 точек и 7 прямых, каждая из которых содержит по 3 точки (плоскость Фано).

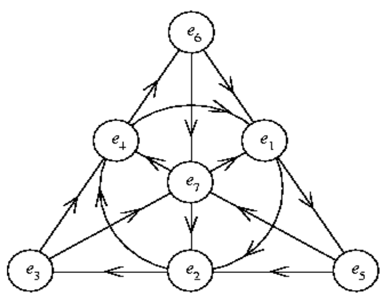



рис.10

Любопытно, что эта плоскость обладает группой симметрии октанионной алгебры, нашедшей применение в теории струн. Октонионы имеют восемь единичных элементов в соответствии с числом элементов поля $GF(2^3)$: обычную действительную единицу (ноль поля $GF(2^3)$) и семь других, которые называются $e1$,$e2$, и так далее до $e7$, образующие элементы проективного пространства над

$GF(2^3)$.

Сумма 2-х точек, лежащих на прямой, дает 3-ю точку. Например, прямые с точками $\{101\}$, $\{111\}$ и $\{100\}$, $\{110\}$ имеют общую точку $\{010\}$ и.т.д. Прямые в соответствии с принципом двойственности Плюккера могут идентифицироваться тройками «координат». Легко проверить, что все прямые пересекаются, как и должно быть в проективной геометрии. Рассматриваемое построение можно распространить на большие размерности пространства.

Изъятие из проективного пространства, так называемого, бесконечно удаленного (несобственного) элемента (для проективной плоскости это прямая) приводит к аффинной геометрии. Понселе обратно получил проективное пространство из обычного, добавив "бесконечно удаленные элементы". Для того, чтобы, действительно, перейти к проективной геометрии, таким образом, необходимо было уравнять в правах искусственно введенные бесконечно удаленные точки с обычными. Большую роль в построении проективной геометрии сыграли работы К. фон Штаудта (1798-1867).

Проективная геометрия [26],[27] наилучшим образом отражает субъект - объектную структуру мироустройства (мир – наблюдатель), отражающуюся в физических законах.

Над конечным полем событий совершенно естественным образом может быть построена дискретная проективная геометрия (смотрите выше). Геометрии же на континууме приобретают статус удобного асимптотического приближения в пределе большого числа состояний. Рассмотрим непрерывную проективную плоскость [28]. Пусть $\{\xi_1, \xi_2, \xi_3\}$ - однородные координаты (вектор в некотором "вспомогательном" пространстве $R^3$). Подобно рассмотренному в приложении дискретному случаю (проективной плоскости, построенной над $GF(2^3)$), здесь так же классы пропорциональных троек задают точки на проективной плоскости $RP^2$. Однако, это уже тройки действительных чисел. Область $RP^2$ с $\xi_3 \neq 0$ можно представить аффинными координатами ${\xi_1}/{\xi_3}$ и ${\xi_2}/{\xi_3}$. Область же с $\xi_3 = 0$ $\{\xi_1, \xi_2, 0\}$ как раз и является бесконечно удаленной прямой. Нулевой вектор $\{0,0,0\}$ не является элементом проективного пространства.

Рассмотрим сферу $S^2$ в трехмерном пространстве $R^3$. Множество ее радиус- векторов (классы пропорциональных действительных троек) образует проективную плоскость $RP^2$. С другой стороны, проективная плоскость $RP^2$ образуется из аффинной плоскости $R^2$ добавлением бесконечно удаленной прямой $RP^1$ (компактификация) $RP^2 = R^2 \cup RP^1$.

Замечательно, что окрестность любой прямой на $RP^2$ диффеоморфна ленте Мебиуса. Это ясно из следующего рисунка. Здесь сфера лежит своим южным полюсом на обычной евклидовой плоскости, любая точка которой проецируется из центра сферы. То есть любая точка плоскости представляется парой точек на сфере, симметричных относительно центра.

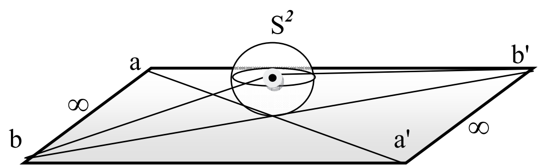



рис.11

На рисунке дуги большого круга $S^2$ проецируются на ab и a'b' – отрезки бесконечно удаленной прямой $RP^1$. По определению это один и тот же отрезок, сшивающий $RP^2$ на бесконечности. Как видно, сшивка происходит с переворотом, образуя, тем самым топологию листа Мебиуса. Аналогично, сшивая и другие 2 стороны плоскости, получим компактное многообразие, называемое проективной плоскостью. В общем случае, проективным пространством $RP^n$ над полем вещественных чисел называют множество прямых евклидового пространства $\mathbb{R}^{n+1}$, проходящих через начало координат. Его можно представить как сферу $S^n$ с отождествленными противоположными точками. Не трудно понять, что сфера с одним выколотым полюсом гомеоморфна Евклидовой плоскости, тогда, как сфера без дырок – это совсем другой объект.

Возьмём на листе Мёбиуса точку, и построим на ней тройку векторов (репер), так, что 2 вектора будут лежать в плоскости, а третий будет перпендикулярен к ней. Назовем этот вектор "спином" ибо он определяет направление вращения вокруг этой точки. Начнем перемещать эту точку вдоль ленты Мебиуса. Сделав круг $2\pi$, мы придем в исходную точку, но теперь "спин" изменил направление. Направление спина вернется в исходное, если сделать еще один круг вдоль ленты Мебиуса. То есть, в общей сложности, мы должны обойти ленту 2 раза ($4\pi$). Для большей наглядности, можно представить контурное изображение, например, правой ладони руки на поверхности Мебиуса. Обойдя круг и вернувшись в исходную точку, ладонь изменит симметрию на левую и, очевидно, не будет совпадать со своим исходным изображением. Частицы со спиральностью при этом должны менять четность. И только, сделав еще один круг, ладонь опять станет правой и может быть совмещена со своей исходной конфигурацией. Поверхности, обладающие такой особенностью, называются односторонними или неориентируемыми. Такая структура является глобально нетривиальным расслоением над булевым множеством {0,1} $RP^2 = S^2/\mathbb{Z}_2$. Каждой точке на $RP^2$ сопоставляются 2 точки на сфере $S^2$. Может ли мир иметь нетривиальную топологию на сегодня не известно. Если заряд при этом не меняется, то CP-инвариантность нарушается. T инвариантность в физическом мире, как известно, нарушена (если принять во внимание второй принцип термодинамики), поэтому CPT теорема должна удовлетворяться.

Структура проективного пространства возникает из первых принципов на основе простейших представлений о субъект объектной природе физической реальности, приводящей к необходимости рассмотрения расслоения $W = S \otimes H$, топология которого, как станет ясно из дальнейшего, имеет нетривиальный характер. В отличие от аффинного пространства, это гладкое многообразие обладает свойствами замкнутости и компактности[16], что привлекательно для

[16] Согласно известной теореме о классификации поверхностей среди всех компактных, связных, замкнутых гладких многообразий проективная плоскость однозначно определяется тем, что она неориентируема и её эйлерова характеристика равна 1.

построения самосогласованной модели.

## 8.2 Мир, как генератор псевдослучайной последовательности. Фликкер шум

Предполагаемая циклическая природа мирового алгоритма на конечных полях наводит на мысль о модели мира в виде генератора псевдослучайной последовательности. Рассмотрим алгоритм, генерирующий псевдослучайную последовательность чисел. Этот алгоритм сдвигает в каждый момент времени $N$- разрядное двоичное слово на один знак вправо, так что младший разряд при этом теряется, а старший образуется в результате сложения по модулю 2 m-го и n-го разрядов слова.

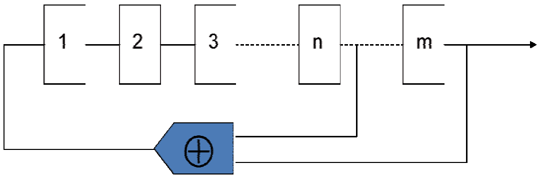



Рис.12

Алгоритм реализует, так называемую, последовательность максимальной длины с числом состояний $2^N - 1$, если полином $X^n + X^m + 1$ неприводим на поле Галуа $GF(2^N)$. Траектория такого мирового алгоритма является гамильтоновым циклом.

Последовательность максимальной длины является дискретным сигналом s(t), с интервалом между выборками $T/N$, который можно отождествить с планковским временем, где $T$ – период псевдослучайной последовательности (время цикла Вселенной), а $N$ - число состояний Вселенной. Спектр мировой функции для гипотетического внешнего наблюдателя будет иметь вид бесконечной гребенки узких пиков.

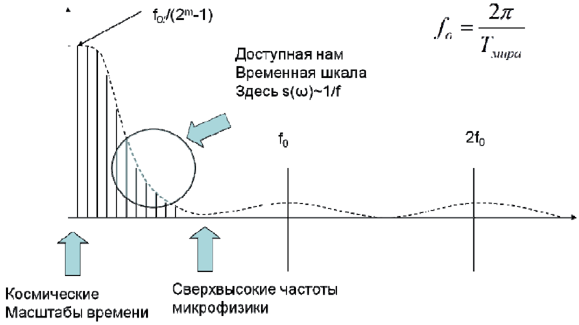



Рис.13

Однако так как субъект вследствие неполноты в принципе не различает интервалы времени между ближайшими выборками (эти величины вследствие физической неполноты для него – трансфинитны), мы должны отрезать верхнюю часть спектра. Тогда, согласно теореме Найквиста — Шеннона - Котельникова, мы можем без потери информации, содержащейся в сигнале, заменить его непрерывным сигналом с граничной частотой $N/2T$. Очевидно, что при переходе к субъективному наблюдателю, псевдослучайный мир, рассмотренный нами, превращается в истинно случайный. Подобно этому, случайные процессы в нашем мире, могут на самом деле быть не случайными. Квантовые корреляции – частный случай, намекающий на наличие порядка в кажущемся хаосе.

На этом же основывается наша гипотеза природы фликкер шума. В мире может не быть истинной случайности. Псевдослучайность – единственная возможность, реализуемая в конечном мире. Для субъекта такого мира спектр мировой функции будет сплошным, но не белым, и в большей части шкалы может быть аппроксимирован зависимостями вида $f^{-\alpha}$.

## Глава 9. Обоснование квантовой механики

Все известные нам физические закономерности порождаются отношением наблюдателя (субъекта,- отсюда название) и остальной части мира. В субъективной физике физическая реальность отождествляется с пространством состояний сознания наблюдателя.

Состояния сознания вводятся чисто формально, как элементы некоторого множества состояний, приписываемых наблюдателю. Можно говорить о приборном базисе наблюдателя в духе квантовой механики.

В основу субъективной физики положены 2 основные аксиомы. Первая аксиома основополагающая:

***Аксиома 1***. Физические состояния мира являются состояниями сознания.

***Аксиома 2***. Мир конечен и субъект (наблюдатель) является его частью. Это конструктивная аксиома. Она определяет базу для всего построения.

Здесь допустимы разные модели. Наиболее красива модель, в которой мир представляется отображением пространства состояний сознания в себя. Эта аксиома влечет за собой ряд важнейших следствий.

***Следствие 1.*** Состояния сознания вырождены (неполнота).
***Следствие 2***. Состояния сознания образуют циклическую группу.

Из этих следствий, в свою очередь, вытекает:

1. Существование скрытого пространства-времени.
2. Нелокальность процессов на физическом плане реальности.
3. Цикличность основных процессов на фундаментальном уровне.

Эти выводы, в свою очередь, служат базой для обоснования квантовой механики.

***Следствие 3***. Состояния сознания образуют факторгруппу.

Выводы из этого следствия:

Физическое пространство-время имеет проективную топологию.

Гильбертово пространство квантовых состояний, как фактор-пространство классов эквивалентности фазовых состояний, образует проективное пространство протяженных измерений классической физики. Другими словами, Гильбертово пространство не является некоей абстрактной дополнительной сущностью. Любое квантовое состояние имеет свой пространственно-топологический эквивалент. То есть это одна и та же сущность - пространство состояний сознания.

Напомним, что состояния субъекта мы обозначаем Дираковскими скобками $[Subj >$ с левой квадратной скобкой, а состояния объекта двойными Дираковскими скобками $||Objj \gg$. Состояния $[Subj >$ - чисто классические наблюдаемые и однозначно осознаваемые состояния. Квантовые состояния определяются тензорным произведением $[Subji > ||Objj >>$, где $i, j \in \{1,2, \dots \xi\}$ и образуют ξ смежных классов группы фундаментальных состояний Мира по подгруппе состояний сознания субъекта. Эти смежные классы образуют фактор группу $W/Subj$.

Переходы между состояниями, отображаемыми элементами группы Subj, происходят в физическом времени, тогда, как переходы между состояниями W в объективном времени. Таким образом, необходимо различать 2 шкалы времени – субъективную (физическую) и объективную. Каждый нулевой момент субъективного (или физического) времени $\delta\tau = \tilde{0}$ имеет длительность ξ единиц объективного времени. Здесь $\tilde{0}$ - субъективный или физический ноль, в отличие от математического ноля имеет конечное значение. Неполнота выражается в ортогональности физического и объективного времени. Формально можно говорить о двухмерности времени. Латинскую букву $t$ мы далее зарезервируем для обозначения субъективного или физического времени. Будем обозначать греческой буквой $\theta$- объективное или алгоритмическое время. Удобно ввести еще один временной параметр – скрытое время, которое будем обозначать буквой $\tau$. На объективном уровне имеет место связь: $\theta = t\delta\tau + \tau$, что означает, что полное время складывается из $t$ скрытых интервалов $\delta\tau$ и некоторого остатка $\tau < \delta\tau$.

Функции, определенные на поле сознания субъекта непрерывны.

Непрерывность здесь понимается в субъективном смысле. Это означает, что изменения в системе, происходящие за время меньшее минимально осознаваемого промежутка времени $\delta\tau$ не должны быть замечены наблюдателем. В противном случае был бы нарушен принцип причинности.

Пусть $[Xi >$ - состояние наблюдателя, выражаемое предикатом: "наблюдатель находится в состоянии $Xi$". И пусть $[Xi > ||Xj >>$ состояние, выражаемое предикатом: наблюдатель находится в состоянии $Xi$, а объект – в состоянии $Xj$. Тогда, переход:
$[Xi > ||Xj >> \to [Xi + 1 > ||Xj >>$, происходящий за минимально измеримое время $\delta\tau$ осознаваем по определению. В то же самое время, переход $[Xi > ||Xj >> \to [Xi > ||Xj + 1 >>$, происходящий за время меньшее минимально различимого интервала $\delta\tau$ не фиксируется сознанием (опять же по определению) и, соответственно, не меняет физическое состояние системы.

Если $[Xi >$ - координата наблюдателя, а $|Xj >>$ - координата фотона, то Фотон при переходах $[Xi > ||Xj >> \to [Xi > ||Xj + 1 >>$ субъективно делокализован. Другими словами, с точки зрения субъекта (наблюдателя) такой фотон не может быть охарактеризован определенными координатами в пространстве.

Забегая вперед, отметим, что неполнота может быть использована не только для обоснования квантовой нелокальности, но она приводит к тому самому фундаментальному "люфту", который естественным образом обосновывает индетерминизм и необратимость на уровне физической реальности.

Легко понять, каким образом двумерная структура времени обосновывает квантовую нелокальность. Действительно, если физическое время не меняется, то с точки зрения двухвременного (частный случай многовременного) формализма это еще не означает, что в системе ничего не происходит. Так поведение электрона в эксперименте Юнга с точки зрения физического (субъективного) наблюдателя парадоксально - электрон проходит через две щели одновременно. ***На объективном уровне парадокс снимается - электрон проходит через щели последовательно, но за интервал времени $\delta\tau$ меньший субъективно различимого***. Для физического наблюдателя интервал $\delta\tau$ строго равен нулю и поэтому для него события прохождения электрона через одну, а затем через другую щели выглядят, как одновременные.

Требование непрерывности предполагает, что за интервал времени $\delta\tau$ в системе может происходить все, что угодно, но в нужный момент, а именно, к окончанию скрытого интервала, все должно возвращаться в исходное (или физически бесконечно близкое) состояние, так чтобы события, происшедшие за время $\delta\tau$ для наблюдателя оставались не замеченными. Формально, это требование субъективной непрерывности эквивалентно топологической квазизамкнутости фазовых траекторий системы в скрытом времени.

Согласно принципу непрерывности, за минимально различимое время $\delta\tau$ может произойти такое же минимальное (осознанное) перемещение в пространстве, которое мы обозначим $\delta x$. Отношение величин $\delta x$ и $\delta\tau$ должно быть универсальной константой субъективного (физического) мира. Ниже мы покажем, что эта величина равна скорости света.

Из следствия 2 постулата 2 следует замкнутость t и $\tau$. Не трудно догадаться, что топология времени объективного мира представляет собой двухмерный тор $T^2 = S^t \otimes S^\tau$.

В отличие от Гамильтоновой динамики на торе, в нашем случае, все орбиты замкнутые с рациональным отношением частот $\varpi_{Subj}/\varpi_{Obj} = n_i/n_k$, где $n_i, n_k \in N$. Из постулата непрерывности получим, как следствие, условие наблюдаемости объекта. Оно может быть записано следующим образом:

$$\varpi_{Subj}/\varpi_{Obj} = n; \quad n \in N \qquad (9.1)$$

Аналогией является стробоскопический эффект - объект наблюдаем только в том случае, если его частота кратна частоте наблюдения. Все остальные объекты (частицы) с не кратными частотами образуют флуктуирующий вакуумный фон. Далее мы исследуем возможность обоснования квантовой механики, основываясь на перечисленных выше идеях.

## 9.1 Поле материи

Важнейшей конструкцией современной физики является, волновая функция, отображающая точку $x^i$ вещественного пространственно-временного континуума в комплексное поле $\psi$:

$$\psi = A \cdot \exp(ik_i x^i) \qquad (9.1.1)$$

Здесь $k_i \subseteq \{x^\alpha, x^t\}$- четырехимпульс. Для простоты записи $c = 1$; $h = 1$. Из опыта известно, что интенсивность поля $P \sim \psi\psi^*$ проявляется, как вероятность некоего дискретного осознаваемого события наблюдения. В следующем параграфе будет дано объяснение этому факту, который является одним из посулатов КМ. Отметим, что чрезвычайная эффективность КМ описания микрообъектов затмила дискомфорт непонимания его сущности и, в настоящее время, уже никто не обращает внимания на некоторую странность описания частиц полем. Полевая интерпретация волновой функции сложилась по чисто историческим причинам. До открытия КМ мы имели дело исключительно с классическими полями, волнами деформации упругой среды. Электромагнитным волнам так же приписывались механические свойства (эфир). Поэтому, после открытия волновых свойств материи, вполне естественным казалось, что функция (9.1.1) так же описывает распространение неких волн, подобных волнам на воде или звуковым волнам давления. И, хотя позже стало ясно, что присущая этой функции родовая комплексность таит в себе что-то совсем другое, тем не менее, полевой стереотип стал доминирующим.

Цель настоящего параграфа - раскрыть смысл волновой функции на основе, рассмотренных в предыдущем параграфе идей. Так как приведенная выше аксиоматика справедлива лишь на конечных множествах, то мы исследуем дискретный аналог волновой функции на циклической группе простого порядка:

$$\psi(i) = A \cdot \left(a^{im} \bmod l\right) \qquad (9.1.2)$$

$l$- число состояний субъекта, $a^m$ - генератор группы, $i$- номер состояния системы, m- натуральный коэффициент, смысл которого будет выяснен позже. Множитель $A$ временно положим $A = 1$.

Согласно малой теореме Ферма последовательность, задаваемая геометрической прогрессией

$$\psi = a^{im} \bmod l \qquad (9.1.3)$$

где $l$-простое[17], $i$-натуральное образует периодическую последовательность остатков (от деления на $l$) длиной $l-1$. Все эти остатки или вычеты (residue) имеют логарифмы

$$\log_a(\psi) = im \qquad (9.1.4)$$

Один и тот же вычет $\psi$ соответствует определенному множеству значений $i$. То есть физические состояния образованы классами объективных состояний системы наблюдатель + объект. Логарифмы, определенные на конечных полях называют дискретными или арифметическими логарифмами. Функция $\psi(i)$ задает отображение $i \to \log_a \psi(i)$. Взяв дискретный логарифм от $\psi(i)$, получим точку, в которую осуществляется отображение:

$$i \to im \bmod l \qquad (9.1.5)$$

Движения с различными m соответствуют разным импульсным состояниям наблюдаемой, которую запишем в конечных разностях $\hat{p} = \frac{\Delta}{\Delta i}$. Обозначим их $|P_m\rangle = a^{im} \bmod l$. Имеем

$$\hat{p}|P_m\rangle = m|P_m\rangle \qquad (9.1.6)$$

Таким образом, здесь номер моды является собственным значением оператора импульса, что, в общем, верно, учитывая, что

---

[17] Если l–простое, то группа образует поле. Пусть "a" элемент группы, тогда $a \cdot n \bmod P$ где $n \in Z$ пробегает все элементы группы и, в частности, через ее 1. Значит для любого "a" есть обратный элемент $a \cdot a^{-1} = 1$.

$m = L/\lambda$, где L – длина петли при движении. Для частицы в резонаторе L – длина резонатора, а для свободной частицы L- характерный размер Вселенной. Вернемся к непрерывному приближению. Рассмотрим частный (одномерный) случай волновой функции (9.1.1). Эта функция, заданная на непрерывном комплексном поле - полный эквивалент рассмотренной выше дискретной функции (9.1.2):

$$\psi = A \cdot \exp(ikx) \qquad (9.1.7)$$

$x$ - здесь координата, определенная вдоль некоторой пространственной петли. Как и в прошлый раз, временно положим A=1. С точки зрения математики, поставить в соответствие вещественному числу $x$ комплексное число $\psi$ означает не что иное, как аналитически выполнить процесс "накатывания" фазы $kx$ на окружность длины $2\pi$, что, в свою очередь, означает деление числа $kx$ на $2\pi$ (топологическая группа $S^1$). Таким образом, подобно тому, как в дискретном аналоге ВФ над базой состояний сознания возникает слой смежных классов (группы фундаментальных состояний Мира по подгруппе состояний сознания субъекта), так и в непрерывном случае, комплексная показательная функция задает счетнолистное расслоение над комплексной плоскостью. Эта аналогия позволяет увидеть в ВФ физический смысл и понять роль комплексных чисел в квантовой механике. Ниже мы к этому вопросу еще вернемся.

Предположим, что фаза ВФ (9.1.2), которая определяется главным значением комплексного логарифма

$$\varphi = \ln\psi \qquad (9.1.8)$$

играет роль скрытого параметра, определяющего исход квантово-механического измерения. Чтобы понять, как это работает, рассмотрим перемещение точки наблюдения на $\Delta x$. При этом фаза изменится на $k\Delta x$. В обычной интерпретации это просто означает, что фаза колебаний поля в точке $x + \Delta x$ отлична от фазы в точке $x$.

Давайте теперь предположим, что никакого $\psi$- поля не существует, и фаза $\varphi$ описывает не поле, а координату точки $x = L\varphi/2\pi \mod L$, совершающей финитное циклическое движение в фазовом пространстве. Фазовый угол $2\pi$ будет соответствовать перемещению точки отображения вдоль некоторой траектории с возвратом в исходную точку. Здесь же длина L пространственной петли, вдоль которой движется частица, определяется краевыми условиями задачи. Например, движение свободной частицы в пустом пространстве ограничено только размерами и топологией Вселенной. Для фотона в резонаторе краевые условия задаются положением отражающих стенок, зеркал и.т.д. В любом случае, вследствие конечности Вселенной (по условию), любые подсистемы так же конечны и, соответственно, краевые условия – периодичны. Таким образом, для частицы, мы имеем отображение, являющееся автоморфизмом на одномерной пространственной петле:

$$M : x \to \xi(x) = i\frac{L}{2\pi}\ln\psi \bmod L \qquad (9.1.9)$$

Как мы показали [11], частица в случае высших мод Lp/h>1, двигаясь в скрытом времени, "заметает" пространство вне светового конуса (пространственно подобные траектории). Поэтому, движение частицы не может быть наблюдено и воспринимается наблюдателем, как поле, существующее во всех точках некоторой области пространства одновременно. Достаточно же произвести измерение, как поле мгновенно исчезнет из всех точек пространства нелокально, ибо частица объективно не может находиться более чем в одной точке одновременно. Этим может быть обоснована квантово-механическая R-процедура (коллапс квантового состояния). В применении к нашей модели, плотность вероятности КМ измерения определится плотностью траекторий в субъективно нулевом объеме $\delta V = \delta x \delta y \delta z$ пространства. Для простоты, будем рассматривать одномерный случай движения по оси x. Вероятность обнаружить частицу в области $\Gamma = x' < x < x' + \delta x$ зависит от плотности траекторий, пересекающих соответствующий элемент объема объективного пространства состояний.

Из однозначности связи между состояниями в циклической группе W, движение точки в объективном пространстве будет эргодично. Поэтому, при стремлении объективного времени к полному периоду системы $\theta \to T$ доля времени $\theta_X / \theta$ пребывания системы в элементе

$\Gamma_x$ мирового объективного пространства пропорциональна объему этого элемента $\Delta x$

$$\omega_X = \lim_{\theta \to T} \frac{\theta_X}{\theta} \cong \frac{\Gamma_X}{\Gamma} \qquad (9.1.10)$$

Существование этого предела (по аналогии с центральной теоремой Биркгофа — Хинчина [29] классической эргодической теории), позволяет ввести понятие вероятности. В дискретном случае это тривиально.

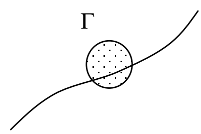



Рис.14

Мерой объема в нашем случае, является $\Gamma_x = N_x$ - число объективных состояний, соответствующих состоянию сознания $[x\rangle$.

Арнольд ввел свой особый критерий сложности числовых последовательностей и, пользуясь им, показал, что логарифм (9.1.4) является самой сложной функцией. "… сложность этого (дискретного *авт.*) логарифма", пишет Арнольд,- "связана с очень странным и загадочным явлением природы. Это явление встречается в разных науках под разными названиями — эргодическая теория, теория хаоса...". Это означает, что логарифмическая функция генерирует наиболее сложные (по Арнольду) последовательности чисел и, соответственно наиболее сложные орбиты в фазовом пространстве.

Далее мы выясним, как в субъективной физике возникает идея Гильбертова пространства и почему вероятность квантового события пропорциональна норме вектора состояния.

Объективное пространство над полем мировых состояний $W = S \otimes H$ строится в ортогональном двоичном базисе с размерностью равной числу его элементов. Ортогональность обусловлена тем, что в каждый момент объективного времени мир может находиться только в одном из своих состояний, то есть $W_i W_j = \delta_{ij}$. Двоичность является естественным требованием не структурируемости базовых состояний, их фундаментальности. Предположение простоты базовых состояний не снижает общности рассмотрения. Действительно, если предположить, что состояния составные, то мы всегда можем осуществить редукцию к предельному бинарному пространству большего числа измерений.

Вектор с максимальной нормой $\|A\| = \sqrt{N} = \sqrt{1^2 + 1^2 + \dots}$ в предельном бинарном пространстве N измерений описывает эволюцию мира во времени. Каждая проекция на базовое направление соответствует одному из состояний мира в объективном времени. Вектор с нормой $\|A\| < \sqrt{N}$ описывает эволюцию некоторой части мира. Так, например, вектор $A = \{4,0,0,1,5,0,7,8\}$ (натуральными числами обозначены орты) означает, что в некотором подпространстве $\Omega$ в последовательные моменты времени $\theta = 1,4,5,7,8$ реализовались состояния $\{4,1,5,7,8\}$. Нули означают, что в моменты времени $\theta = 2,3,6$ траектория системы в конфигурационном субъект – объектном пространстве находилась вне подпространства $\Omega$, натянутого на систему орт вектора А.

Конфигурационное пространство $W = S \otimes H$ является расслоением над базой физического пространства состояний $S$. В соответствии с этим, разобьем его на кластеры физических состояний $[Subj\rangle \subset S$, представляющие собой подпространства, натянутые на пучки векторов $\|Obj\rangle\rangle$, имеющие ненулевые проекции на базисные направления физического подпространства. На рис.15 три объективных вектора $[x_S\rangle\|x_1\rangle\rangle$, $[x_S\rangle\|x_2\rangle\rangle$ и $[x_S\rangle\|x_3\rangle\rangle$ образуют физический кластер с базовым направлением $|x_S\rangle$. Субъект (наблюдатель), вследствие неполноты не способен отличать направления внутри кластера. Поэтому, наблюдаемым параметром физического кластера может быть только скаляр, равный числу не нулевых проекций. Это вес данного физического состояния. В приведенном примере он равен: $\|A\| = \sqrt{N_S} = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2} = \sqrt{3}$.

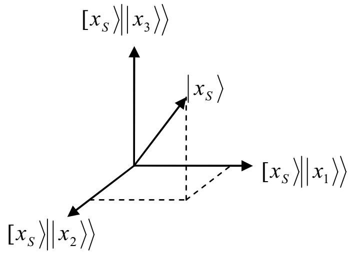



Рис. 15
Физический кластер состояния $|x_S\rangle$,
состоящий из трех скрытых состояний

Любое физическое состояние $|x\rangle$, например, точка $x$ на оси $X$ пространства {XYZ}, является физическим кластером, задаваемым направлением в Гильбертовом пространстве квантовых состояний [30]. Амплитудой любого физического состояния $|\Psi\rangle$ в этой конструкции является число ненулевых проекций $|\Psi\rangle$ на орты бинарного пространства объективных состояний. Если рассматривается полное мировое объективное пространство, то веса каждого из базовых чистых квантовых состояний одинаковы и равны $\|A\| = \sqrt{\xi}$, где $\xi$ степень субъективного вырождения. Если же рассматривается некоторая часть мира, то веса будут различны $\|A_i\| = \sqrt{\xi_i}$. Например, точка $x_1$ при прочих равных условиях ни чем не отличается от точки $x_2$ или от любой другой точки пространства. Поэтому, доли фундаментальных состояний, приходящиеся на каждую, равны. Различия могут возникнуть только локально. Например, за малый промежуток времени, Мировая фазовая траектория может просто не посетить некоторые из состояний или посетить их разное число раз. За полный же мировой цикл, эти числа сравняются.

Напомним, что состояния типа <наблюдатель находится в точке X>, рассмотренные здесь подобно другим физическим состояниям являются состояниями сознания. Поэтому, мы можем заключить, что ***амплитуда вектора квантового состояния является весом соответствующего состояния сознания наблюдателя***.

Таким образом, смысл амплитуды в выражениях для волновых функций (9.1.1) и (9.1.7) выяснен.

### 9.2 Принцип квантовой суперпозиции

Ортогональность бинарного пространства объективных состояний является тривиальным следствием того, что система в каждый момент объективного времени может находиться только в одном состоянии (по сути, само время здесь определено алгоритмически, как номер состояния). В отличие от этого, субъективно, система может находиться в нескольких состояниях одновременно. Мы уже рассмотрели эту ситуацию на примере опыта Юнга. Такое состояние называют состоянием суперпозиции [9] . Таким образом, суперпозиция – это чисто субъективное явление, обусловленное неполнотой.

Смежные классы по подгруппе состояний сознания субъекта, разделенные интервалом времени $T_{Subj}$, равном времени жизни Вселенной, для наблюдателя не различимы, а это означает, что он (субъект, наблюдатель) осознает себя одновременно в $\xi$ пластах времени. То есть имеет место $\xi$ - кратное вырождение состояния сознания. Эта структура подобна Эвереттовскому мультиверсу, но развернута во времени. Ввиду важности этого момента для понимания квантово-механической суперпозиции, рассмотрим этот вопрос подробнее.

Фазовая траектория мира в бинарном пространстве объективных состояний замкнута, так как состояния Мира образуют конечную циклическую группу. Так как мировая циклическая группа образована произведением циклических групп наблюдателя и объекта, то возвраты наблюдателя в одно из своих прежних состояний (включая память) происходят чаще, чем возвраты всей системы в свое исходное состояние. Назовем их субъективными возвратами Пуанкаре. За время одного цикла существования Вселенной $T_{Subj}$ (период объективного возврата), реализуется $\xi$ субъективных возвратов Пуанкаре ($\xi$ – степень субъективного вырождения. см. выше). Субъективные возвраты осуществляются в состояния, лежащие внутри состояний сознания и, следовательно, по определению, не различимые. Субъективно неразличимые временные листы мультихроноса будем называть эпохами. Очевидно, память о предыдущих посещениях каждой эпохи не сохраняется, ибо память о состоянии должна быть включена в определение самого состояния. Все точки возврата, разделенные субъективно-трансфинитными[18] промежутками $n \cdot T_{Subj}$, где n- натуральное, сливаются в один физический момент времени. Таким образом, ***"Я" наблюдателя существует одновременно в разные эпохи, сшиваемые сознанием в картину актуально существующего настоящего.***

Рассмотрим структуру суперпозиции на примере с фотоном. Пусть $[x_i\rangle$ - состояние сознания наблюдателя. Это состояние, которое может быть измерено и, следовательно, осмыслено. Например, в КМ оно может соответствовать амплитуде события обнаружения фотона в точке $x_i$. И пусть $\|x_j\rangle\rangle$ - состояние, обозначающее, что фотон находится в точке с координатой $x_j$. Это состояние мы будем называть скрытым, так как по определению оно не входит во множество осознаваемых состояний. Мировое объективное состояние записывается в виде тензорного произведения $[x_i\rangle\|x_j\rangle\rangle$. Эта величина является вектором в пространстве объективных состояний.

Рассмотрим физическое состояние $[x_i\rangle$. Ему соответствует подпространство (кластер) из $\xi_i$ векторов:

$$\begin{array}{l} [x_i\rangle\|x_1\rangle\rangle \\ [x_i\rangle\|x_2\rangle\rangle \\ \ldots\ldots\ldots.. \\ [x_i\rangle\|x_{\xi_i}\rangle\rangle \end{array} \qquad (9.2.1)$$

где i=1,2,3… Размерности подпространств (кластеров), относящихся к различным физическим состояниям $|x_i\rangle$ в общем случае различны и равны $\xi_i$. Учитывая эргодичность на объективном уровне и, следовательно, равную долю времени пребывания системы в каждом доступном объективном состоянии, получим, что вероятность

[18] Число субъективно трансфинитно, если оно превосходит число состояний субъекта.

обнаружить систему в физическом состоянии $|x_i\rangle$ пропорциональна размерности соответствующего ему кластера или норме вектора состояния. В бинарном пространстве $\left\| \left| x_j \right\rangle\right\rangle \right\| = 1$, поэтому, считая метрику евклидовой, получим:

$$\left\| \sum_{j=1}^{\xi_i} \left| x_j \right\rangle\right\rangle \right\| = \sqrt{\xi_i} \qquad (9.2.2)$$

Так как различные ортогональные физические состояния $|x_i\rangle$ могут реализоваться субъективно одновременно, то есть в пределах минимально различимого интервала времени $\delta\tau$, то такое состояние воспринимается наблюдателем, как суперпозиция. В соответствии с этим, построим суперпозицию состояний $|x_i\rangle$:

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_i \sum_{j=1}^{\xi_i} [x_i\rangle \left| x_j \right\rangle\right\rangle = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_i [x_i\rangle \sum_{j=1}^{\xi_i} \left| x_j \right\rangle\right\rangle = \sum_i \frac{\sqrt{\xi_i}}{\sqrt{N}} \sigma_i [x_i\rangle \xrightarrow{Subj} \sum_i a_i [x_i\rangle \qquad (9.2.3)$$

$N$ - здесь полное число объективных состояний для всех членов суперпозиции, $\xi_i$ - степени вырождения каждого члена суперпозиции. $\sigma_i$- единичный вектор скрытого направления внутри кластера физического состояния. Учитывая, что субъективный наблюдатель не различает направления внутри кластера, мы его опускаем. $a_i = \frac{\sqrt{\xi_i}}{\sqrt{N}}$ - нормированный весовой коэффициент. Стрелкой в (9.2.3) показана размерная редукция к Гильбертову пространству.

В качестве простого примера рассмотрим 8-ми мерное двоичное пространство фундаментальных состояний $W = \{\chi_i\};\ \ i = 1,2 \dots 8$. Пусть число состояний субъекта равно 2. Факторизуем это пространство $W = H \otimes Q$, выделив двумерное подпространство физических состояний $\mathrm{H}$.

На рис.16 приведена битовая модель такого пространства. Квантовым состояниям $|L\rangle$ и $|R\rangle$ соответствует старший бит 3-х битного слова. Два младших бита описывают скрытые состояния. Таким образом, каждое квантовое состояние 4-х кратно вырождено.

В общем случае, элементы рассматриваемого двоичного пространства являются элементами конечного поля Галуа, которые мы будем обозначать буквой $\chi$ с индексом, соответствующим номеру элемента. Для наглядности, ноль и единицу поля будем обозначать, как 0 и 1. Вектора $|\chi\rangle$ и $\langle\chi^{-1}|$ соответствуют сопряженным пространствам. $\chi^{-1}$ - обратный элемент поля $\chi\cdot\chi^{-1}=1$. В нашем примере 8-битное поле представимо, как

$$GF(2^3)=GF(2^1)\otimes GF(2^2)$$

Теперь рассмотрим некую фазовую траекторию, проходящую через состояния $|L\rangle$ и $|R\rangle$. Как говорилось выше (конец 9-ой главы) чтобы физические состояния имели разный вес, траектория должна охватывать только часть фундаментальных состояний системы. Рассмотрим циклическую траекторию, последовательно перебирающую состояния, обведенные на рисунке пунктиром.

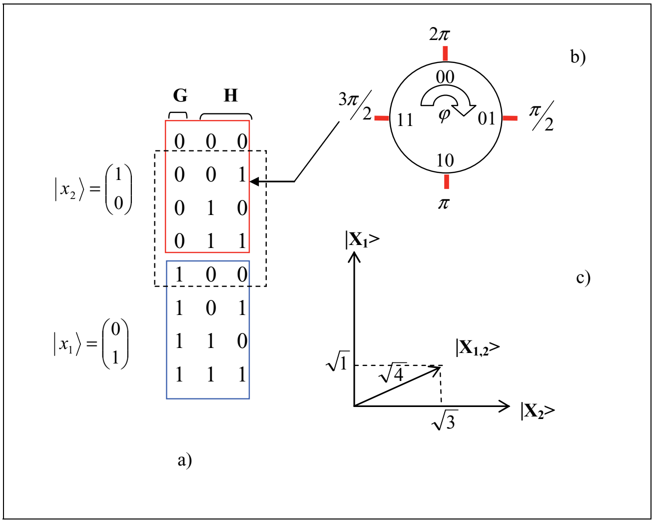



Рис.16

На том же рисунке условно показано двухмерное Гильбертово пространство состояний $|L\rangle$ и $|R\rangle$, каждая из осей которого в свою очередь, является четырехмерным подпространством скрытых состояний (кластером). В соответствии с этой структурой, векторы квантовых состояний представимы в виде тензорного произведения субъективных и объективных векторов.

$$|L\rangle = [L\rangle |L\rangle\rangle \ = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} \chi_1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad |R\rangle = [R\rangle |R\rangle\rangle \ = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 0 \\ \chi_2 \\ \chi_3 \\ \chi_4 \end{pmatrix} \qquad (9.2.4)$$

Построим их суперпозицию (Для ясности не нормируем):

$$|\psi\rangle = |L\rangle + |R\rangle \qquad (9.2.5)$$

Вероятности состояний $|X_1\rangle$ и $|X_2\rangle$ легко получить, находя проекции $|\psi\rangle$ на базисные направления $|X_1\rangle$ и $|X_2\rangle$:

$$P_L = \frac{\langle X_1|\psi\rangle}{\langle\psi|\psi\rangle} = \frac{1}{4}; \quad P_R = \frac{\langle X_2|\psi\rangle}{\langle\psi|\psi\rangle} = \frac{3}{4} \qquad (9.2.6)$$

Чтобы найти среднее значение наблюдаемой $\hat{P}$ в состоянии $|\psi\rangle$, нужно вычислить величину $\langle\psi|\hat{P}|\psi\rangle$, где $\hat{P}$ - проекционный оператор наблюдаемой.

В объективном базисе оператор $\hat{P}$ имеет вид:

$$\widehat{\mathrm{P}} = \mathrm{L}\sum_{\mathrm{i}=1}^{4} |\mathrm{i}\rangle\langle\mathrm{i}| + \ \mathrm{R}\sum_{\mathrm{i}=5}^{8} |\mathrm{i}\rangle\langle\mathrm{i}| \qquad (9.2.7)$$

Здесь и дальше $||\mathrm{i}\rangle\rangle$ - столбец из нулей с единицей на i-ом месте.

Легко видеть, что: $\langle\psi|\hat{P}|\psi\rangle = 1L + 3R$

Запишем оператор $\hat{U}_{\pi/4}$, действующий в пространстве $Subj \times Obj = (2 \times 4)$
:

$$\widehat{\mathrm{U}}_{\pi/4} = \sum_{\mathrm{i}=2}^{8} |\mathrm{i}-1\rangle\langle\mathrm{i}| + |8\rangle\langle 1| \qquad (9.2.8)$$

Квадрат оператора $\hat{U}_{\pi/2} = \left(\hat{U}_{\pi/4}\right)^2$ определяет операцию $\sqrt{NOT}$, переводящую базисное состояние в состояние суперпозиции. Оператор $\hat{U}_{\pi} = \left(\hat{U}_{\pi/4}\right)^4$ инвертирует состояния (NOT).

По структуре этих операторов можно понять механизм действия операторов в квантовой механике. Так, например, имеет место соответствие:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \left(\hat{U}_{\pi/4}\right)^2$$

Слева квантово-механический оператор $\sqrt{NOT}$, а справа его объективное представление. Матрица Адамара имеет 2-ой порядок и действует в двухмерном Гильбертовом пространстве. Матрица объективного оператора 8-го порядка действует, соответственно в восьмимерном объективном пространстве.

### 9.3 Субъективный скейлинг

Вновь рассмотрим функции субъекта и объекта $\psi^{Subj}$ и $\psi^{Obj}$, описывающие петлевые пути в пространстве состояний сознания наблюдателя и в объективном пространстве соответственно. Состояния, описываемые объективной функцией $\Psi$, не являются физическими, ибо физические состояния мы определили, как состояния самого наблюдателя. Каждое состояние наблюдателя (физическое состояние) образует класс $\xi = |Obj|$ неразличимых (скрытых) состояний. Этот класс, как мы уже говорили, отождествляется с группой $U(1)$ фазовых трансформаций вектора состояния системы. Сурьективный гомоморфизм объективной петли на субъективную является естественным описанием процесса измерения. Я называю его субъективным скейлингом (перемасштабированием). Этот вопрос мы уже частично обсуждали в главе 6. Теперь рассмотрим его подробнее.

Объективная функция $\psi^{Obj}(\vartheta)$ в естественном двоичном базисе размерности $N^{Obj}$:

$$\begin{aligned} &\chi_0 = (1,0,0, \dots) \\ &\chi_1 = (0,1,0, \dots) \qquad (9.3.1) \\ &\dots\dots\dots\dots\dots \\ &\chi_1 = (0,0, \dots 1) \end{aligned}$$

Имеет вид:

$$\psi^{Obj} = \sum_{\theta=0}^{N^{Obj}-1} \psi^{Obj}(\theta)\, e_\theta \qquad (9.3.2)$$

Так как $\psi^{Obj}$ фундаментальна, то $\psi^{Obj} \in \{0,1\}$. В параграфе 9.2 мы уже рассматривали такие функции. Они вполне достаточны для описания квантовой динамики. Однако проще работать на комплексном поле. Любой объективный процесс $\psi^{Obj}(\vartheta)$, будучи периодическим (в конечном мире других процессов не существует), может быть разложен в гармоническом базисе:

$$\psi^{Obj}(\vartheta_m) = \frac{1}{\sqrt{N^{Obj}}} \sum_{n=0}^{N^{Obj}-1} \psi^{Obj}(\omega_n) e^{i\omega_n\vartheta_m} \qquad (9.3.3)$$

Здесь $\vartheta_m$ - не наблюдаемое (скрытое) объективное время. $\omega_n$ - объективная частота.

Коэффициенты:

$$\psi^{Obj}(\omega_n) = \frac{1}{\sqrt{N^{Obj}}} \sum_{m=0}^{N^{Obj}-1} \psi^{Obj}(\vartheta_m) e^{i\omega_n\vartheta_m} \quad (9.3.4)$$

суть инвариантные по времени $\theta$ состояния. То есть, это энергетические (частотные) состояния. Преобразования (9.3.3), (9.3.4) конечно, не являются обычными для квантовой механики переходами между представлениями. Они вообще не относятся к квантовой механике и действуют не в Гильбертовом пространстве, а в пространстве объективных состояний.

Чтобы формально перейти от инварианта $\psi^{Obj}(\theta)$ к квантово-механической (субъективной) функции $\psi^{Subj}(t)$ перемасштабируем время $t \to t/\xi$ и сгруппируем в (9.3.3) члены суммы с близкими частотами неразличимыми субъектом:

$$\omega_0^{Subj}, \omega_1^{Subj} \dots \omega_{N^{Subj}}^{Subj} =$$

$$= (\omega_0^{Obj}, \omega_1^{Obj}, \dots \omega_\xi^{Obj}), (\omega_{\xi+1}^{Obj}, \dots \omega_{2\xi}^{Obj}), (\omega_{\xi(N_{Subj}-1)}^{Obj} \dots \omega_{\xi N_{Subj}}^{Obj})$$

Получим:

$$\sum_{n=0}^{N^{Obj}-1} \psi^{Obj}(\omega_n^{Obj}) e^{i\omega_n^{Obj}\vartheta} \overset{Subj}{\Rightarrow} \sum_{n=0}^{N^{Subj}-1} \psi^{Subj}(\omega_n^{Subj}) e^{in\omega_n^{Subj}t} \quad (9.3.5)$$

Новый редуцированный базис, полученный после перенормировки, есть не что иное, как базис Гильбертова пространства квантовых состояний. Так как число состояний наблюдателя меньше числа состояний системы, то размерность функционального пространства Фурье после перемасштабирования будет, в $\xi$ раз меньше размерности двоичного объективного пространства $N^{Subj} = N^{Obj}/\xi$, где $\xi$- степень субъективного вырождения. Здесь уже идет суммирование по хорошо различимым - квантовым состояниям с весовыми множителями: $\psi^{Subj}(\omega_n^{Subj}) = \sqrt{\xi(\omega_n^{Subj})}$ где $\xi(\omega_n^{Subj})$ - степень вырождения состояния $\psi^{Subj}$, определенная количеством элементов в кластерах частот, или, как мы показали выше, числом ненулевых проекций из соответствующего бинарного пространства состояний на вектор физического состояния. В общем случае, мы можем записать:

$$\psi(x) = Renorm \sum_\theta Я(x,\theta)\psi^{Obj}(\theta) \qquad (9.3.6)$$

То есть ***физическое квантовое состояние это результат свертки объективного процесса с ядром наблюдателя и дальнейшей субъективной ренормализации.*** Здесь $Я(x,\theta)$ - ядро линейного преобразования (9.3.3), которое мы назвали ядром наблюдателя.

Мы можем легко определить вероятность физического состояния, как неотрицательную аддитивную нормированную меру, заданную над Булевой - алгеброй [42] классов объективных состояний (В традиционной – алгебре это – события £ на множестве элементарных исходов $\Omega$). Учитывая, евклидовость метрики Фурье, а так же то, что коэффициенты мы определили на двоичном поле $\psi(n,x)\in\{0,1\}$, вероятностная мера может быть определена, как мощность класса объективных состояний. Действительно, $\psi^{Subj}=\sqrt{\xi(x)}$, При этом проекционный постулат фон-Неймана, описывающий переход к вероятностям, становится очевидным следствием модели. Действительно, вероятность определяется просто степенью вырождения данного физического состояния и вычисляется, как скалярное произведение $P=\xi=\psi\psi^*$.

Теперь мы понимаем, что в КМ аргументом комплексных чисел кодируются степени вырождения. Фаза, как мы показали, может интерпретироваться чисто кинематически, как фаза циклического процесса, например, движения точки в фазовом пространстве или даже, движение частицы в пространстве-времени. Фаза - скалярная величина, так как все детали субъективной динамики теряются в результате перемасштабирования.

Мы видели, что переход к субъекту приводит к тому, что объективный процесс распадается на неразличимые процессы, составляющие "вес" или "амплитуду" квантового состояния. Единый циклический процесс (смотрите 9.3.5) при этом представляется нам в виде суперпозиции независимых процессов со своими весами. Возникает то, что мы называем Эвереттовским многомирием (у нас - мультихронос). Именно поэтому, частица всегда видится нам полем частиц двойников («волновым» пакетом). При измерении, когда одна из частиц пакета попадает в «капкан» детектора, весь пакет «схлопывается», так как на объективном уровне реальности имеет место всего одна частица, совершающая циклическое движение. При этом наблюдатель осознает себя (случайно с его точки зрения) в одной из Эвереттовских эпох. В отличие от субъективной физики, квантовая теория постулирует процесс редукции, оставляя механизм явления за пределами рассмотрения.

## 9.4 Проблема фазы

В квантовой теории существует не доказанное правило (тезис), согласно которому, любой измеримой величине сопоставляется эрмитовый оператор. Этот тезис побуждает искать эрмитовый оператор фазы. Однако доказано, что в Гильбертовом пространстве такого оператора не существует.

Эта проблема до сих пор не понята до конца. В свете рассматриваемой здесь концепции, фаза – скрытый параметр и ей нельзя сопоставить ни какую наблюдаемую, по сути. Однако, относительные измерения, как известно возможны. Концептуальный характер проблемы, с одной стороны, вскрывает неполноту квантовой теории, а с другой,- является подсказкой к более глубокому ее осмыслению.

При обсуждении проблемы фазы обычно следуют таким рассуждениям: Операторы рождения и уничтожения вводятся через квадратурные компоненты

$$\hat{a} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{\sqrt{2\hbar\omega}}(\omega\hat{q} + i\hat{p}), \quad \hat{a}^{\dagger} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{\sqrt{2\hbar\omega}}(\omega\hat{q} - i\hat{p}), \qquad (9.4.1)$$

Поэтому, естественным кажется представить их по формуле Эйлера, введя, тем самым оператор фазы:

$$\hat{a} = \hat{g}e^{i\hat{\varphi}} \qquad (9.4.2)$$

Где $\hat{g}$ и $\hat{\varphi}$ предполагаются эрмитовыми: $\hat{g}^{+} = \hat{g}$, $\hat{\varphi}^{+} = \hat{\varphi}$ (9.4.3)

Поэтому

$$\hat{a}\hat{a}^{+} = \hat{a}^{+}\hat{a} + I = gg^{+}e^{i\varphi - i\varphi^{+}} = \hat{g}^{2} \qquad (9.4.4)$$

В результате имеем:

$$e^{i\hat{\varphi}} = (\hat{N} + I)^{-1/2}\hat{a} \qquad (9.4.5)$$

$$e^{-i\hat{\varphi}} = \hat{a}^{+}(\hat{N} + I)^{-1/2} \qquad (9.4.6)$$

Где $\hat{N} = \hat{a}^{+}\hat{a}$ – оператор числа частиц.

Операторы рождения и уничтожения имеют вид:

$$\hat{a}^{+} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \sqrt{3} & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}; \quad \hat{a} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \sqrt{3} & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \qquad (9.4.7)$$

Соответственно, экспоненциальные операторы фазы имеют вид:

$$e^{-i\hat{\varphi}} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \quad e^{i\hat{\varphi}} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \qquad (9.4.8)$$

Казалось бы, все в порядке и можно построить экспоненциальный оператор фазы:

$$e^{i\hat{\varphi}} = \sum_{n=0}^{\infty} |n\rangle\langle n+1| \qquad (9.4.9)$$

(Напоминаем, что $|i\rangle$ - столбец из нулей с единицей на i-ом месте).

Спектр собственных векторов экспоненциального оператора фазы:

$$|\varphi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_{n=0}^{\infty} \exp(in\varphi)|n\rangle \qquad (9.4.10)$$

Эти векторы известны, как фазовые состояния Сусскинда-Глоговера. Из последнего соотношения следует, что если фаза рассматривается, как наблюдаемая, сопряженная числу квантов, то при фиксированной фазе число квантов полностью не определено, как это имеет место для когерентного света.

Казалось бы, цель достигнута, и оператор фазы построен. Однако, проблема в том, что векторы $|\varphi\rangle$ не ортогональны (базис переполнен), оператор (9.4.9) не унитарен и соответственно оператор $\hat{\varphi}$ не эрмитов[19]. Этот факт, игнорированный Дираком, впервые отметил Лондон [31]. Неортогональность $|\varphi\rangle$ связана с односторонностью спектра оператора (9.4.9).

Существует 2 способа решения этой проблемы. Либо ввести отрицательные числа заполнения, либо рассматривать конечные пространства состояний. Очевидно, что первый способ физически не релевантен. Второй же метод, примененный Пеггом и Барнеттом[32] представляет для нас большой интерес. И, хотя, обращение к конечным полям может рассматриваться, как формальный прием, из всего нашего рассмотрения следует его ясное физическое обоснование (см. выше). Однако просто перейти к дискретным полям и закольцевать пространство состояний оказывается не достаточно.

фазовые состояния осциллятора не являются квантовыми! Они не могут быть квантовыми по определению, поскольку квантовое состояние инвариантно по фазе. Классы эквивалентности по фазе составляют саму структуру Гильбертова пространства. Поэтому, совершенно не допустимо, элементом этого пространства считать часть его же структуры.

Для описания осциллятора мы воспользуемся конечными полями Галуа $GF(n^p)$. Здесь p – простое, n – натуральное числа.

Рассмотрим в качестве простого примера поле $GF(2^3)$, примитивными полиномами, которого являются $\mathrm{z}^3+\mathrm{z}+1$ (11) и $\mathrm{z}^3+\mathrm{z}^2+1$ (13). В скобках указывается двоично-десятичная нотация.

Элемент поля $\chi_1 = 2 \equiv z$ является порождающим. То есть он является корнем 8 степени из единицы поля. Соответственно, степени этого элемента покрывают все поле. Воспользуемся нумерацией, возникающей в порядке порождения:

$$\chi_1 = 2; \ \ \chi_2 = 4; \ \ \chi_3 = 3; \ \ \chi_4 = 6; \qquad (9.4.11)$$
$$\chi_5 = 7; \ \ \chi_6 = 5; \ \ \chi_7 = 1$$

[19] Известно, что если оператор $\hat{\varphi}$ эрмитов, то оператор $e^{i\hat{\varphi}}$ унитарен.

Эта нумерация соответствует упорядоченности состояний вдоль замкнутого пути. Здесь $\chi = \chi_1$ - порождающий элемент (генератор группы).

Теперь динамику осциллятора мы можем описать двумя эквивалентными способами. Первый способ – умножение на порождающий элемент группы:

$$\chi_{\theta+1} = \chi\chi_{\theta} \qquad (9.4.12)$$

И второй: с помощью рекуррентного уравнения:

$$|\chi_{\theta+1}\rangle = \widehat{\mathrm{U}}_{\pi/4}|\chi_{\theta}\rangle \quad (9.4.13)$$

Через $|\chi_{\theta}\rangle$ мы обозначили вектор в пространстве над $GF(2^3)$. Напомним, что θ – объективное или алгоритмическое время. Уравнения (9.4.12) и (9.4.13) описывают переходы между базовыми состояниями осциллятора, то есть, траекторию в его пространстве состояний.

Запишем оператор (9.2.9) в общем виде:

$$\widehat{\mathrm{U}}_{2\pi/\xi} = |0\rangle\langle 1| + |1\rangle\langle 2| + \cdots + |\xi - 1\rangle\langle\xi| + |\xi\rangle\langle 0| \quad (9.4.14)$$

Оператор $\widehat{\mathrm{U}}_{2\pi/\xi}$, являясь генератором циклической группы ξ - го порядка, описывает осциллятор в пространстве ξ состояний. В матричном представлении он имеет вид:

$$\widehat{\mathrm{U}}_{2\pi/\xi} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \widehat{\mathrm{U}}^{+}_{2\pi/\xi} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

(9.4.15)

В дальнейшем будем его обозначать просто буквой $\widehat{\mathrm{U}}$. Он действует на базовые векторы фазы $|\chi_n\rangle$ тривиально:

$$\widehat{\mathrm{U}}|\chi_n\rangle = \begin{cases} |\chi_{n-1}\rangle \text{ при } n > 0 \\ |\chi_\xi\rangle \quad\quad \text{при } n = 0 \end{cases} \qquad (9.4.16)$$

$$\widehat{\mathrm{U}}^{+}|\chi_n\rangle = \begin{cases} |\chi_{n+1}\rangle \text{ при } n < \xi \\ |\chi_0\rangle \quad\quad \text{при } n = \xi \end{cases} \qquad (9.4.16)'$$

ξ -кратное применение оператора $\widehat{\mathrm{U}}$ к вектору фазы χ возвращает его в исходное состояние. Оператор $\widehat{\mathrm{U}}$, по сути, является объективным обобщением гамильтониана $\widehat{H}$. При переходе к субъекту $\theta \to t$ и $\widehat{\mathrm{U}} \to \widehat{H}$. Соответственно уравнение объективной динамики:

$\psi(\theta + \Delta\theta) = \widehat{U}\psi(\theta)$ перейдет в уравнение Гамильтона:

$\psi(t + \Delta t) = \widehat{\mathrm{H}}\,\psi(t)$.

Построим вектор в объективном пространстве (9.4.11), описывающий траекторию пространственного осциллятора в скрытом времени или пространственное распределение частиц (фаз) в данный момент физического времени:

$$|\chi(t)\rangle = \begin{pmatrix} \chi_{\theta_1} \\ \chi_{\theta_2} \\ \chi_{\theta_3} \\ \vdots \\ \chi_{\theta_\xi} \end{pmatrix} \quad (9.4.17)$$

Если n частиц распределены равномерно, так, что $n\delta\varphi = 2\pi$, где $\delta\varphi$ фазовый интервал между частицами, то Фурье образ вектора $|\chi\rangle$ дает базовое Фоковское состояние $|\phi\rangle$:

$$|\phi\rangle = \widehat{F}|\chi\rangle \qquad (9.4.18)$$

Номер компоненты вектора $|\phi\rangle$ дает число частиц в моде, а сама компонента – фазу движения частиц в моде. $\widehat{\mathrm{F}}$ – матрица Фурье-подобного преобразования над полем Галуа:

$$\widehat{\mathrm{F}} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & \chi & \chi^2 & \cdots & \chi^{\xi-1} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & \chi^{\xi-1} & \chi^{2(\xi-1)} & \cdots & \chi^{(\xi-1)^2} \end{pmatrix} \qquad (9.4.19)$$

Унитарная матрица $\hat{\mathrm{F}}$, являющаяся ядром наблюдателя, изоморфна матрице дискретного преобразования Фурье в методе Пега и Барнетта (см. выше).

Где $\chi = \chi_1$ - примитивный корень ξ -ой степени из 1. То есть, $\chi_m = \chi_1^m ; \quad \mathrm{m} \in \{0,1,\dots,\xi\}$.

Рассмотрим действие оператора (9.4.14) на Фоковский вектор

$$\hat{\mathrm{U}}|\phi_n\rangle = \hat{\mathrm{F}}\hat{\mathrm{F}}^{-1}\hat{\mathrm{U}}|\phi_n\rangle = \hat{\mathrm{F}}\sum_{\mathrm{m}=0}^{\xi}\chi^{-\mathrm{nm}}\,|\phi_{m-1}\rangle \quad = \hat{\mathrm{F}}\chi^{-\mathrm{n}}\sum_{\mathrm{m}=0}^{\xi}\chi^{-(\mathrm{m}-1)\mathrm{n}}\,|\phi_{m-1}\rangle =$$
$$= \hat{\mathrm{F}}\chi^{-\mathrm{n}}|\chi_{\mathrm{n}}\rangle = \chi^{-\mathrm{n}}|\phi_n\rangle \quad (9.4.20)$$

Мы получили уравнение на собственные значения. Таким образом, собственными функциями оператора $\hat{\mathrm{U}}$ являются состояния Фока. Оператор $\hat{\mathrm{U}}$ разделяет с оператором числа частиц $\hat{\mathrm{N}} = \sum \mathrm{n}|\phi_n\rangle\langle\phi_n|$ один и тот же набор собственных функций. Здесь нет ничего удивительного, ибо, как мы уже говорили, оператор $\hat{\mathrm{U}}$ является гамильтонианом. В случае же, когда число частиц является интегралом движения, оператор числа частиц коммутирует с полным гамильтонианом.

Итак, вместо не унитарного экспоненциального оператора фазы, введенного Дираком:

$$\hat{\mathrm{U}} = \exp\{\mathrm{i}\hat{\varphi}\} \quad (9.4.21)$$

мы ввели унитарный оператор $\hat{\mathrm{U}}_{2\pi/_{\xi}}$ действующий на конечном поле Галуа.

$$\hat{\mathrm{U}}_{2\pi/_{\xi}} = \chi^{\hat{\varphi}} \qquad (9.4.22)$$

Это позволяет построить эрмитовый оператор фазы:

$$\hat{\varphi} = \sum_{\mathrm{m}=0}^{\xi}\chi^{\mathrm{m}}\,|\chi_{\mathrm{m}}\rangle\langle\chi_{\mathrm{m}}| \quad (9.4.23)$$

## 9.5 Импульс и энергия.

Импульс, как и в обычной механике, определяется, как интегральный инвариант относительно трансляций в пространстве (здесь на циклической группе):

$$|p_m\rangle = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \sum_{n=0}^{\xi-1} F_{nm} |x_n\rangle \quad (9.5.1)$$

$F_{nm}$ - матрица (9.4.19), $|x_n\rangle$ - элементы циклической группы. Суммирование идет по конечному множеству вырожденных состояний (Эвереттовских миров). Аналогично, частота или энергия определяются, как инварианты по времени. То есть это некие состояния, не меняющиеся при трансляции во времени.

Инвариантность суперпозиции (9.5.1) легко видеть на частном примере, где $F_{nm} = \hat{1}$. Действительно, воздействуя на правую часть (9.5.1) оператором эволюции $\hat{U}|x_n\rangle \to |x_{n+1}\rangle$ выражение (9.5.1) переходит само в себя. Если же все коэффициенты различны, то воздействие оператора эволюции сводится только к появлению добавочного фазового множителя, перемещающего наблюдателя между эвереттовскими эпохами, но оставляя в пределах одного физического состояния.

Существование состояний $\psi(k)$ и $\psi(\omega)$, инвариантных по соответствующим сопряженным переменным $x$ и $t$, как известно, свидетельствует об определенных симметриях физического 4-х мерного многообразия, из которых, согласно теореме Нетер, вытекают законы сохранения.

В непрерывном приближении, удобно перейти к комплексному полю и рассматривать разложение на дискретном базисе Фурье. Тогда оператор $F_{nm}$ следует заменить оператором:

$$A_{nm} = \exp\left(-2\pi i \frac{nm}{\xi}\right) \quad (9.5.2)$$

Дискретный аналог ВФ примет вид:

$$\psi(n)=\frac{1}{\sqrt{\xi}}\sum_{m=0}^{\xi-1}\psi(m)\exp(-2\pi i\frac{nm}{\xi}) \qquad (9.5.3)$$

здесь $i=\sqrt{-1}$;

Чтобы перейти к привычной форме записи волновой функции, преобразуем аргумент под экспонентой (9.5.3):

$$2\pi i\frac{nm}{\xi}=2\pi i\frac{n}{\frac{\xi}{m}}=2\pi i\frac{n\cdot\delta x}{\frac{\xi\cdot\delta x}{m}}=2\pi i\frac{x_n}{\frac{L}{m}}=2\pi i\frac{x_n}{\lambda_m}=ik_m x_n \qquad (9.5.4)$$

Здесь мы воспользовались тем, что:

$x_n=n\delta x$; $L=\xi\delta x$ и обозначили $\lambda_m=L/m$. (9.5.5)

Здесь $\delta x$ - элементарная, различимая субъектом (в данной экспериментальной конфигурации) длина; $m$ - число пропусков состояний при движении[20], L- длина пространственной петли, вдоль которой рассматривается движение. $\lambda$- "Длина волны".

В итоге получим:

$$\psi(x_n)=\frac{1}{\sqrt{\xi}}\sum_{m=1}^{\xi}\psi(k_m)\exp(-ik_m x_n) \qquad (9.5.6)$$

Аналогично:

$$\psi(t_n)=\frac{1}{\sqrt{\xi}}\sum_{m=1}^{\xi}\psi(\omega_m)\exp(-i\omega_m t_n) \qquad (9.5.7)$$

Устремив $n,\xi\rightarrow\tilde{\infty}$; $\delta x\rightarrow\tilde{0}$; $\delta\tau\rightarrow\tilde{0}$[21] и заменяя суммы интегралами, можно перейти к непрерывным выражениям, осуществляющим переход между импульсным и координатным представлениями, а так же временным и частотным, которые мы здесь выписывать не будем.

Из (9.5.6), (9.5.7) следуют соотношения неопределенностей:

[20] Пропуски возникают в результате стробоскопического эффекта при взаимодействии субъектвного и объективного циклов.

[21] Тильдой обозначены субъективные значения. Субъективный 0 и субъективная бесконечность - конечные числа трансфинитные для конечного наблюдателя.

$$\Delta\varpi \cdot \Delta t \sim 2\pi; \qquad \Delta k \cdot \Delta x \sim 2\pi \qquad (9.5.8)$$

Функция $\psi(x)$ определяет распределение частиц в пространстве (здесь в одном измерении). В общем случае мы должны рассмотреть пакет частиц, движущихся по пространственно-подобным орбитам (аналог волнового пакета):

$$\psi(x,t) = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \sum_{i=0}^{\xi-1} \psi(k) \exp(\omega_i t - ik_i x) \qquad (9.5.9)$$

С точки зрения физического наблюдателя все ξ Эвереттовских миров независимы, так как неполнота не позволяет ему видеть их связь. Каждая частица здесь – Эвереттовский экземпляр.

## 9.6 Объективная скорость

Рассмотрим простейший пример одномерного движения в непрерывном приближении. Как мы говорили выше, состояние системы может быть записано в виде $[x > \| x' \rangle\rangle$. Или в виде функции $\psi = e^{i\omega t} e^{-ikx}$ описывающей отображение:

$$\{x,t\} \to \left\{ (\omega t - kx) \cdot \frac{L}{2\pi} \bmod L,\, t \right\}. \ (9.6.1)$$

Обозначим:

$$x' = (\omega t - kx) L / 2\pi \qquad (9.6.2)$$

Здесь $x'$- координата точки (фотона) относительно наблюдателя, а $x = const$ - координата самого наблюдателя. Объективную скорость частицы получим, взяв производную по времени от (9.6.2). Учитывая, что $L = \lambda n$, а так же то, что $c >> V^{Subj}$, получим:

$$V^{Obj} = \frac{\partial x'}{\partial t} = n(c - V^{subj}) \approx nc \qquad (9.6.3)$$

То есть объективная скорость принимает кратные $n = 1,2,3....$значения, хотя, как легко видеть, подчиняется обычному закону сложения скоростей.

## 9.7 Субъективная скорость

Вычислим субъективную скорость точки для k-ой моды (компоненты суперпозиции) (скорость фотона относительно наблюдателя). Ее можно определить, записав условие встречи точки (фотона) с наблюдателем $x = x'$.

Из (9.6.2) получим: $x = \frac{\omega L}{1+kL}t$. То есть:

$$V^{Subj} = \frac{\omega L}{1+kL} \; ; \qquad (9.7.1)$$

Для мод высокого порядка $n = kL >> 1$, получим $V^{Subj} = \omega / k$.

Учитывая, что $\omega = \frac{2\pi m}{\xi \delta\tau}$; $k = \frac{2\pi m}{\xi \delta x}$, получим:

$$V^{Subj} = \frac{\delta x}{\delta\tau} = c \qquad (9.7.2)$$

Этот простой пример показывает, что:

Скорость точки встречи наблюдателя с фотоном (субъективная скорость света), является универсальной константой, не зависящей от скорости наблюдателя.

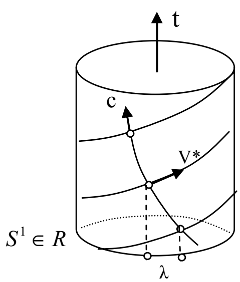
Не трудно понять, что полученная независимость скорости света от скорости наблюдателя (аксиома СТО), является следствием субъект-объектной "зацепленности" фотона с наблюдателем. Ниже мы вернемся к этому вопросу.

Следует заметить, что любое физическое событие означает выполнение "условия встречи" (оно же условие наблюдаемости (9.1)) состояний в зацепленных группах:

$$k_{Subj}\theta \bmod l_{Subj} = k_{Obj}\theta \bmod l_{Obj} \qquad (9.7.3)$$

Это Диафантово уравнение "зацепляет" группы субъекта и объекта по параметру $\theta$. Решив это уравнение, мы могли бы определить фундаментальное "время" $\theta$, а с ним и физическое время $t = \theta / \xi$ наступления заданного события. Но это принципиально не возможно вследствие физической неполноты, формально выражающейся, как U(1) симметрия и, скрывающей от субъекта относительную фазу зацепления циклических групп. Единственное, что нам доступно, это определить вероятность данного события.

Множество точек пересечения мировых линий фотона и наблюдателя дается последовательностью отображений Пуанкаре [33]: $P:(t \to t + nT,\, x \to x + n\lambda)$ в пространстве $R \in \{t \otimes S^1\}$. Множество этих точек лежит на гиперповерхности $\zeta \in \Lambda$ светового конуса.




Движение фотона по пространственно-подобной петле разворачивается в правую спираль. Линия, соединяющая точки встречи фотона с наблюдателем образует световой конус
x=ct

Рис.17

Отображение Пуанкаре связывает дискретную динамику с непрерывной, описываемой дифференциальными уравнениями и используется, как формальный метод, упрощающий исследования квазипериодической Гамильтоновой динамики. В этой математической структуре просматривается нечто большее, чем вычислительный прием,- отображение Пуанкаре описывает редукцию от фундаментальной детерминированной механики к субъективной физике. При этом, траектория фотона $\zeta(t)$, генерируемая отображением Пуанкаре, предстает для наблюдателя дискретным множеством точек (пунктиром). Расстояние между точками, при этом, равно длине волны. Наблюдателю кажется, что фотон движется по образующей светового конуса со скоростью $c$, так как реальное сверхсветовое движение находится вне его восприятия. При переходе к модам n более высокого порядка, витки спирали на рисунке сближаются как $T/n$, а длина волны так же уменьшается, как $\lambda/n$, так, что субъективная скорость остается равной c.

### 9.8 Картина Калуцы – Клейна[34] и калибровочные симметрии в контексте модели субъективной физики. Масса, заряд, действие.

Обычная волновая функция описывает движение в скрытом времени. Но неполнота предполагает существование также и скрытого пространства. В этом параграфе мы рассмотрим движение с участием скрытых пространственных степеней свободы.

Для ЭМ-поля $\lambda = \frac{\xi \delta x}{n} >> \delta x$, где n-номер моды. При $n \to \xi \quad \lambda \to \delta x$ объективная скорость (9.6.3) примет максимально возможное значение $V^{Obj} = \frac{L}{\delta x} c = \xi c$. Для свободного поля (в отличие от поля в резонаторе длиной $L$), максимальная скорость фотона является еще одной универсальной константой с размерностью скорости, и большей скорости света в $L/\delta x$ раз. Где $L$- линейный размер Вселенной, а $\delta x$ – "квант" длины. Длина волны при этом

$$\lambda = \frac{L}{n} = \lim_{n \to \xi} \frac{\xi \delta x}{n} = \delta x \qquad (9.8.1)$$

Это минимальная длина волны для ЭМ поля.

Для $n > \xi$ длина волны становится меньше минимально различимой наблюдателем величины $\delta x$. Это возможно, так как $\delta x = \tilde{0}$ (тильда означает в субъективном смысле). Формально это означает, что частица теперь движется не только в протяженном измерении $x$, но и в ортогональном компактифицированном измерении с периметром $\delta x$. Эту степень свободы будем обозначать $x^h$ - скрытая координата. Когда длина волны света становится меньше характерного размера $\delta x$, возбуждается компактифицированная мода колебаний рис.18.

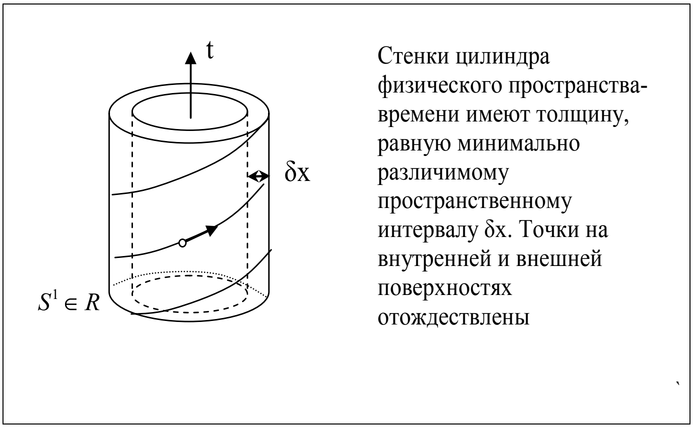



Рис.18

Продольная (вдоль большого круга) мода связана с энергией движения, тогда, как поперечная (вдоль компактифицированного измерения $\delta x$) обязана энергии, формирующей массу. Масса это энергия покоящегося тела. Этому факту в теории относительности отвечает формула $\mathrm{E}_0 = mc^2$, где $\mathrm{E}_0$ – энергия покоя. По сути, формула Эйнштейна является определением массы.

Рассмотрим топологический механизм обретения массы безмассовыми частицами. Не снижая уровень понимания проблемы, ограничимся простым случаем скалярных полей. Рассмотрим поле траекторий $\psi(\mathrm{x}^{\mu}, \mathrm{x}^{\mathrm{h}})$ на объективном многообразии с субъективно-индуцированной метрикой[22]:

$$ds^2 = G_{\mu\nu} dx^{\mu} dx^{\nu} + \left(dx^h\right)^2 \qquad (9.8.2)$$

Псевдоевклидовость $G_{\mu\nu} = \{+---\}$ не влияет на следующие выводы. Воспользовавшись цикличностью скрытой координаты $x^h = x^h \, mod \, \delta x$,

[22] Далее мы покажем субъективное происхождение такой метрики.

разложим $\psi(x^\mu, x^h)$ в ряд Фурье по модам в пространстве $x^h$

$$\psi(x^\mu, x^h) = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \sum_{n=1}^{\xi} \psi_n(x^\mu) \cdot \exp(\frac{-2\pi i n x^h}{\delta \mathrm{x}}) \qquad (9.8.3)$$

$$\psi_n(x^\mu) = \exp(i(p_n)_\mu x^\mu) \qquad (9.8.4)$$

Здесь $x^h$- скрытая (поперечная) координата, $\delta x$- периметр по $x^h$, n – номер поперечной моды, $p_{n\mu}$ - 4-х импульс n-ой гармоники. Осуществляя разложение в ряд по гармоникам скрытого пространства, мы тем самым выделяем субъективную часть $\psi_n\,(x^\mu\,)$ из мировой функции $\psi(x^\mu, x^h)$ . Функция $\psi_n\,(x^\mu\,)$ может быть получена, как свертка мировой функции с ядром субъекта (см. параграф 9.3). В нашей интерпретации, эту операцию мы назвали субъективной редукцией. В литературе это – размерная редукция. Будем рассматривать одну n-ю гармонику поля (9.8.3)

$$\psi_n(x^\mu, x^h) = \psi_n(x^\mu) \cdot \exp(-2\pi i \frac{n x^h}{\delta x}) \qquad (9.8.5)$$

Принципиальным для дальнейшего является - независимость протяженных (наблюдаемых) степеней свободы $x^\alpha, t$ от скрытой степени свободы $x^h$. Это условие, известное, как условие цилиндричности, чисто формально использовалось в ранних многомерных теориях. Запишем его в виде равенства нулю производной любой функции от пространства-времени по скрытой координате:

$$\frac{\partial \psi_n(x^\mu)}{\partial x^h} = 0 \qquad (9.8.6)$$

***Цилиндричность является аналитическим выражением субъективной неполноты мира***. Она означает независимость состояний сознания наблюдателя от скрытых состояний. Подставим решение (9.8.5) в пятимерное "волновое" уравнение:

$$\left\{\nabla^2 - \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial (x^h)^2}\right\}\Psi = 0 \qquad (9.8.7)$$

(напомним, что в нашей интерпретации это уравнение описывает не поле, а траектории безмассовых частиц). Учитывая, что в отсутствие воздействий нарушающих симметрию, кроме условия (9.8.6) должно выполняться так же:

$$\frac{\partial \phi(x^h, n)}{\partial x^\mu} = 0 \qquad (9.8.8)$$

Получим уравнение Клейна-Гордона для массивного скалярного поля:

$$\left\{\nabla^2 - \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \mu^2\right\}\psi_n = 0 \qquad (9.8.9)$$

Где $\mu = \frac{2\pi n}{\delta x}$. Подставляя $\psi_n$ из (9.8.4), получим характеристическое уравнение дисперсии для массивных частиц:

$$p^\mu p_\mu - \frac{n^2}{\delta x^2} = 0\,, \qquad (9.8.10)$$

В трехмерном виде:

$p^\mu p_\mu = E^2 - p^2$, и в результате $p = \sqrt{E^2 - \frac{n^2}{\delta x^2}}$ (9.8.11)

Сравним это выражение с известной формулой для релятивистского импульса $p = \sqrt{\frac{E^2}{c^2} - m^2 c^2}$. Видно, что роль массы здесь выполняет величина $m_n^2 = \frac{n^2}{\delta x^2}$ (9.8.12)

Итак, масса определяется номером моды n при движении безмассовой частицы (фотона) в скрытом измерении. Размерность массы у нас $[m^{-1}]$. Напомним, что мы пользуемся естественной системой единиц, в которой c=1 и ħ = 1. Такой выбор единиц означает, что мы в качестве единицы измерения времени берем расстояние, выраженное в световых секундах: 1sec=$3 \cdot 10^8$ m. Тогда ħ = $1.0546 \cdot 10^{-34}$ $m^2$kg/s = $1.0546 \cdot 10^{-34}$ $m^2$kg/($3 \cdot 10^8$ m). И массу мы должны измерять обратными метрами (волновыми числами!), либо обратными секундами (частотой), а именно, должно быть:

$$1kg=2.8447*10^{42}m^{-1}=2.8447e+042m^{-1}*3\cdot10^{8}\ sec^{-1}=8.53\cdot10^{50}\ sec^{-1}$$

Если $m_n = 0$, то четырёхимпульс имеет нулевой модуль, что соответствует безмассовым фотонам.

Основной вывод: Масса не существует, как элемент объективной реальности, но проявляется, как феномен в результате субъективной редукции (размерной редукции объективного пространства) к пространству состояний сознания.

Уравнение (9.8.9) можно получить обычным вариационным методом в обычном 4-х мерном мире предполагая априорное существование массы. Записывают лагранжиан для скалярного поля:

$$L = -\frac{1}{2}\left(\frac{\partial\Psi}{\partial x_v}\frac{\partial\Psi}{\partial x_v} + \mu^2\psi^2\right) \qquad (9.8.13)$$

Напомним, что вид лагранжиана выбирается из желания получить линейные уравнения (как это обычно бывает в природе), а при варьировании степень понижается. Следовательно, нужно брать квадраты по полям и их производным. То есть, рассуждения идут от обратного. Варьируя, получают уравнение Клейна – Гордона:

$$\left\{\nabla^2 - \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \mu^2\right\}\psi = 0 \qquad (9.8.14)$$

Формально здесь все в порядке. Ведь нам не говорят, откуда в действии берется коэффициент μ. Уравнение (9.8.14) можно получить и из пятимерного действия, осуществив размерную редукцию, подобно тому, как мы это сделали выше. Но здесь часто допускают нелогичность, записывая лагранжиан аналогично (9.8.13) в виде:

$$S = \int_{M^5} d^5\sqrt{|G|}\left[\frac{1}{2}(\partial_M\psi\,\partial^M\Psi) - M^2\Psi^2\right] \qquad (9.8.15)$$

В этом лагранжиане содержится масса, которой не должно быть в объективном пространстве. Далее, как обычно, проводят варьирование и получают следующее уравнение движения:

$$(\boxdot_4 - \boxdot_1 + M^2)\Psi = 0 \qquad (9.8.16)$$

Здесь $\boxdot_4$ и $\boxdot_1$ – операторы д’Аламбера для пространства Минковского и компактифицированного подпространства. Далее осуществляют размерную редукцию. Для этого разлагают Ψ по собственным функциям оператора д’Аламбера компактифицированного пространства $\boxdot_1$.

$$\boxdot_1\ Y_n = \lambda_n\, Y_n\,(x^h);\ \Psi = \sum Y_n\,(x^h)\ \psi_n\,(x_\mu) \qquad (9.8.17)$$

Подставляют в (9.8.16) и получают для гармоники n:

$$(\boxdot_4 + \lambda_n + M^2\,)\,\psi_n = 0 \qquad (9.8.18)$$

В этом уравнении появляется некая эклектическая масса $M^2 + \lambda^n$ равная сумме априорной, постулированной массы, и массы, возникшей в результате процесса размерной редукции. Нелогичность заключается в том, что если найден механизм возникновения массы, то какой смысл предполагать дополнительно ее априорное существование? Мы показали, что масса обусловлена субъективной неполнотой и является элементом субъективной реальности.

Далее мы покажем, что калибровочные поля так же имеют субъективную природу.

Рассмотрим наиболее общие преобразования координат в объективном пространстве:

$$\left(x^i\right)' = f\left(x^i\right) \qquad (9.8.19)$$

Распишем это выражение по компонентам:

$$\begin{cases} \left(x^\mu\right)' = f_1\left(x^\mu, x^h\right) \\ \left(x^h\right)' = f_2\left(x^\mu, x^h\right) \end{cases} \qquad (9.8.20)$$

При наложении условия цилиндричности $\frac{\partial x^{\mu}}{\partial x^{h}} = 0$ преобразования (8.8.20) сужаются до:

$$\begin{cases} \left(x^{\mu}\right)' = f_1\left(x^{\mu}\right) \\ \left(x^{h}\right)' = x^{h} + f_2\left(x^{\mu}\right) \end{cases} \qquad (9.8.21)$$

Здесь для наглядности записи мы использовали индексы: $\mu$ – subj и $h$ – hide, пробегающие значения 0,1,2,3 и 4 соответственно. Вычислим компоненты $G_{\mu h}$ метрического тензора $G_{ik}$. С учетом условия независимости физических координат от скрытой координаты $x^{h}$, получим:

$$G_{\mu h} = \frac{\partial\left(x^{i}\right)' \partial\left(x^{i}\right)'}{\partial x^{h} \partial x^{\mu}} = \frac{\partial x^{h}}{\partial x^{\mu}} \qquad (9.8.22)$$

Возьмем производную по $x^{\mu}$ от второго уравнения (9.8.21) $\frac{\partial\left(x^{h}\right)'}{\partial x^{\mu}} = \frac{\partial x^{h}}{\partial x^{\mu}} + \frac{\partial f_2}{\partial x^{s}}$; Здесь очевидна аналогия $G_{\mu h}$ с вектор потенциалом $A_{\mu}$.

$$A_{\mu} = \zeta G_{\mu h} \qquad (9.8.23)$$

получим градиентную инвариантность (калибровочное преобразование) для электромагнитного поля: $\left(A_{\mu}\right)' = A_{\mu} + \nabla f\left(x_{\mu}\right)$.

Мы видим, что ***калибровочная структура теории, навязывается тем же самым принципом субъективной неполноты, приводящим к компактифицированной топологии***.

Покажем, что $x^{h}$ в рассматриваемой интерпретации с необходимостью является дополнительным измерением, а не скалярным полем. Рассмотрим циркуляцию: $\oint A_s dx^{s}$. По теореме Стокса имеем:

$$\oint A_s dx^{s} = \int_{\sigma} \left( \frac{\partial A_{\alpha}}{\partial x_{\beta}} - \frac{\partial A_{\beta}}{\partial x_{\alpha}} \right) d\sigma = \int_{\sigma} F_{\alpha\beta} d\sigma$$

где: $F_{\alpha\beta} = \frac{\partial^2 x^h}{\partial x^\alpha \partial x^\beta} - \frac{\partial^2 x^h}{\partial x^\beta \partial x^\alpha}$ - тензор напряжений поля.

Если бы $x^h$ был скаляром, то $F_{\alpha\beta}$ был бы равен нулю в силу коммутативности дифференцирования скаляров[23]. Но так как тензор электромагнитного поля отличен от нуля, то $x^h$ обязан быть вектором. Заметим, что тензор электромагнитного поля $F_{\alpha\beta}$ является не чем иным, как кривизной в пространстве расслоения $\{x^s, x^h\}$. Локальная кривизна пространства интерпретируется субъективным наблюдателем, как наличие магнитного поля.

Теперь посмотрим, как преобразуется поле $\psi$ при калибровочном преобразовании.

Поле (9.8.5) при преобразовании скрытых координат $\left(x^h\right)' = x^h + f_2\left(x^\mu\right)$ преобразуется следующим образом:

$$\psi'(x^\mu, x^h, n) = \psi(x^\mu, x^h + dx^h, n) \qquad (9.8.24)$$

Важно, что рассматриваемое преобразование локально, то есть зависит от координат $x_\mu$. Такие преобразования называются калибровочными. Разложим левую и правую части равенства в ряд Фурье, как мы уже это делали в (9.8.3):

$$\psi'(x^\mu, x^h) = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \sum_n \psi'_n(x^\mu) \cdot \exp\left(\frac{-inx^h}{\delta x}\right)$$

$$\psi(x^\mu, x^h + \delta x^h) = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \sum_n \psi_n(x^\mu) \cdot \exp\left(\frac{-in\left(x^h + dx^h\right)}{\delta x}\right)$$

Сравнив правые части получим:

$$\psi'_n(x^\mu) = \psi_n(x^\mu) \exp\left(\frac{-indx^h}{\delta x}\right) \qquad (9.8.25)$$

Где $dx^{h} = \zeta^{-1} A_\mu dx^\mu$. Именно так преобразуются заряженные скалярные поля при калибровочных преобразованиях. Это означает, что редуцированная к физическому пространству-времени фурье

[23] Дифференцирование скаляров не коммутативно только в экзотической геометрии Вейля.

компонента $\psi_n(x^\mu)$ пятимерного поля $\psi(x^\mu, x^h)$ воспринимается субъектом, как заряженное скалярное поле с зарядом $q_n = \frac{n}{\zeta \delta x}$.

Заметим, что величина $S = \int q_n A_\mu dx^\mu$ является действием и значит $L = q_n A_\mu = \frac{n dx^h}{\delta x dx^\mu}$ часть плотности лагранжиана, отвечаюшая за взаимодействие поля с зарядом. Легко видеть, что действие $S = \frac{n}{\zeta \delta x} \int A_\mu dx^\mu$ – по смыслу есть число витков наматываемых траекторией частицы на скрытое измерение.

Перепишем (9.8.11) в виде:

$$k_x^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - k_h^2 \qquad (9.8.26)$$

Здесь $k_h$ - скрытый волновой вектор. Случай $k_h = 0$ соответствует отсутствию дисперсии $k_x = \frac{\omega}{c}$. При $k_h \neq 0$ мы имеем дисперсию в вакууме, как для массивных частиц. Наличие дисперсии для тяжелых частиц обусловлено движением в скрытом пространстве (Внутри стенки цилиндра рис.18). Групповая скорость равна:

$$\mathrm{v} = \frac{d\omega}{dk_x} = c^2 \frac{k_x}{\omega}, \text{ откуда } k_x = \frac{\mathrm{v}\omega}{\mathrm{c}^2} \qquad (9.8.27)$$

подставляя $k_x$ из (9.8.27) обратно в (9.8.26) и учитывая, что $k_h = \frac{2\pi n}{\delta x}$, где n- порядок поперечной моды, после не сложных преобразований, получим:

$$\nu \cdot c = \frac{nc^2}{\delta x \sqrt{1 - \frac{\mathrm{v}^2}{\mathrm{c}^2}}} \qquad (9.8.28)$$

Учитывая, $m_n = n / \delta x$, перепишем (9.8.28) в естественной системе единиц. Для случая $\mathrm{v} \ll 1$ получим:

$$\nu = M \qquad (9.8.29)$$

Напомним, что $\nu = [m^{-1}]$ и $M = [m^{-1}]$. Это выражение в обычной метрической системе соответствует: $\hbar\nu = Mc^2$. Учитывая, что $M = \frac{n}{\delta x}$ или, что то же самое $M = \frac{n}{\delta\tau}$, мы видим, что масса в покое равна числу длин волн в компактифицированной моде или, что то же самое, числу колебаний, совершаемых фотоном за субъективно нулевой момент времени $\delta\tau$. То есть массу можно интерпретировать, как скрытую энергию. Таким образом, субъективная неполнота в самом простом случае приводит к калибровочной $U(1)$ симметрии по теореме Нетер соответствующей компенсирующим калибровочным полям $A_\mu$ и взаимодействующим с ними массивными заряженными полями с массами $m_n \sim n/\delta x$. Субъективно - физическая интерпретация калибровочной теории может быть обобщена на прочие компактные группы $(SO(n), SU(n), Sp(n)$ и.т.д) с большим числом генераторов и, соответственно, с большим числом калибровочных бозонов.

### 9.9 Уравнения движения

Покажем, что принцип наименьшего действия (для субъективного наблюдателя) может быть заменен принципом наименьшего времени для объективного наблюдателя.

В алгоритмической модели мы оперируем конечным двоичным пространством размерности $2^N$, где N – полное число мировых состояний. В этом пространстве длина пути есть не что иное, как алгоритмическое время (число шагов алгоритма, вычисляющего эту траекторию). Поэтому кратчайший путь в таком пространстве соответствует и минимальному времени. Часто утверждается, что принцип наименьшего действия не имеет объяснения – на то он и принцип! Более того, формулируют его в несколько парадоксальной форме, заставляющей нас думать, что движущееся тело, как бы предвидит или прощупывает свою траекторию наперед. В действительности же никакой мистики здесь нет. Достаточно понять, что ядро, вылетевшее из пушки, в некотором пространстве большего числа измерений (объективное пространство), летит по прямой! Прямая же безальтернативна. Движение по любой другой траектории в этом пространстве требовало бы причины, объясняющей нарушение симметрии. И только в пространстве нашего субъективного восприятия, его траектория – парабола.

Релятивистская теория движения зарядов в электрогравитационном поле может быть полностью получена из этого принципа, примененного к выражению: $g_{\mu\nu}dx^{\mu}dx^{\nu}=dt^2$, где $g_{\mu\nu}$ положительно определенная метрика объективного пространства. Здесь $\mu$ и $\nu$ принимают значения 1,2,3 - для координат $x,y,z$ и 4 – для скрытой координаты s. Напомним, что время в объективной интерпретации играет роль меры длины в пространстве $\{x,y,z,s\}$. Для наглядности мы рассмотрим простейший случай изотропной метрики, не зависящей от времени $g_{\mu\nu}=const=g$. Варьируя, как обычно, путь в пространстве $\{x,y,z,s\}$, легко получить:

$$\sum_{\mu=1}^{4}\left(\frac{\partial t}{\partial x^{\mu}}\right)^2=\frac{g^2}{c^2} \qquad (9.9.1)$$

Воспользуемся обычным в теории дифференциальных уравнений приемом [35]- будем искать зависящее от одного параметра $\zeta(x,y,z,s,t)=\zeta_0$ решение (9.9.1) в неявном виде. Для этого заменим:

$$\frac{\partial t}{\partial x^{\mu}}=\frac{\dfrac{\partial\zeta}{\partial x^{\mu}}}{\dfrac{\partial\zeta}{\partial t}} \qquad (9.9.2)$$

Такая замена есть не что иное, как переход к ковариантным однородным координатам. То есть эта замена в геометрической интерпретации представляет собой переход в пространство высшей размерности. В результате получим:

$$\sum_{\mu=1}^{4}\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x^{\mu}}\right)^2-\frac{g^2}{c^2}\left(\frac{\partial\zeta}{\partial t}\right)^2=0 \qquad (9.9.3)$$

Уравнение, очевидно, релятивистки ковариантно.

Используя этот прием, Ю.Б.Румер писал: "...наш способ изложения может служить (конечно далеко не физическим и достаточно искусственным) самостоятельным методом введения представлений релятивистской симметрии пространства – времени."

То, что введение времени в качестве четвертой координаты приводит к релятивисткой симметрии не является неожиданным. Более того, оно физично и естественно описывает переход к объективному наблюдателю. В случае произвольной метрики с неисчезающим якобианом уравнение (9.8.3) имеет вид:

$$G^{ik}\frac{\partial\zeta}{\partial x^i}\frac{\partial\zeta}{\partial x^k}=0 \qquad (9.9.4)$$

В обычной физике точно такое же уравнение можно получить варьированием действия.

Это уравнение, аналогичное уравнению Гамильтона-Якоби для пятимерного случая, называют уравнением 5-эйконала. В нашей интерпретации оно описывает распространение фронта траекторий в пространстве координат, времени и действия ($S = mcs$). Как показали О. Клейн, В.А.Фок задача, определяемая уравнением (9.9.4), при наложении условия цилиндричности эквивалентна задаче о движении частицы с заданным отношением $e/m$ в электро-гравитационном поле $G^{ik}$.

## 9.10 Топология и геометрия субъективного метрического пространства. Обоснование СТО

В параграфе 9.6 мы показали, что скорость света в субъективной физике не должна зависеть от скорости наблюдателя. Здесь мы покажем, что псевдоевклидовость так же является следствием субъективной точки зрения наблюдателя.

Существует теорема Райферти [36], лимитирующая объединение внутренних и пространственно-временных симметрий. Согласно этой теореме, нет физически удовлетворительного способа объединить группы Ли (Obj) конечного ранга, относящиеся к внутренним симметриям, и группу Пуанкаре (Subj) пространственно-временной симметрии. Смысл этой теоремы проясняется в субъективной физике. Действительно, внутренние степени свободы, отождествляемые нами со скрытыми степенями свободы субъективной физики вследствие неполноты, ни как не могут быть связаны с макроскопическими степенями свободы группы Пуанкаре. Аналогично, с точки зрения субъекта, преобразования симметрий в соответствующих степенях свободы действуют независимо. Кроме этого, субъективная физика позволяет детализировать характер самого расслоения $W_R = Subj \otimes Obj$. Вспомним, что каждое состояние субъекта является классом эквивалентности по "фазе" циклического поля скрытых состояний. Но пространство классов эквивалентности это проективное пространство[24]. Мы пришли к важному выводу: физическое пространство - проективно.

Вспомогательное пространство однородных координат, которое, обычно, вводят формально при рассмотрении проективной геометрии, здесь приобретает реальный смысл объективного пространства, где добавочная 5-я координата $x^h$ является скрытой координатой, обусловленной субъективной физической неполнотой. Формально, псевдоевклидовость метрики физического мира обусловлена выбором абсолюта – инвариантной относительно проективных преобразований поверхности. Покажем, что этот выбор определяется субъективным характером наблюдателя.

Так как пространство $\{t, x, y, z, x^h\}$ фундаментально, то оно действительное. Если бы оно было хотя бы частично комплексно, то это означало бы добавочную степень свободы. Это сразу же исключает положительно определенные сигнатуры квадратичных форм $\{+ + + + +\}$. Так форма:

$$x^2 + y^2 + z^2 + (x^h)^2 + t^2 = 0 \qquad (9.10.1)$$

Где $x, y, z, t, x^h$ – действительные, не имеет ни какого физического смысла, ибо не соответствует ни какому действительному многообразию в пространстве $\{x, y, z, t, x^h\}$. Так как $x, y, z$ одной природы, то они должны иметь одинаковый знак.

[24] Для большей части континуальной математики в дискретной математике находятся соответствующие аналоги. Так, например, на полях Галуа справедливы те же самые операции, что и на непрерывном поле. Над конечными полями могут быть построены те же самые хорошо известные геометрии, как евклидовы, так и неевклидовы. Для нас это важно, так как строгое обоснование выводов, которые мы делаем, может быть дано только в рамках конечной модели. При этом возможно использование математического анализа и геометрии на континууме в качестве удобного приема, но не более.

Поэтому, выбор остается между формами:

$$x^2 + y^2 + z^2 + (x^h)^2 - t^2 = 0 \qquad (9.10.2)$$

$$x^2 + y^2 + z^2 - (x^h)^2 + t^2 = 0 \qquad (9.10.3)$$

Заметим, что обе формы, рассматриваемые, как абсолюты инвариантны относительно группы преобразований, соответствующих псевдоевклидовой геометрии. Этим мы доказали, что физическое проективное пространство-время неизбежно псевдоевклидово. Вопрос выбора между формами (9.10.2) и (9.10.3) это вопрос интерпретации. Известно, что проективные преобразования (линейные преобразования однородных координат) $\{x, y, z, t, x^h\}$, сохраняющие абсолют (9.10.2) при переходе к неоднородным координатам $X = x/x^h, Y = y/x^h, Z = z/x^h, T = t/x^h$; $x^h \neq 0$ образуют группу преобразований Лоренца [37], оставляющую инвариантным интервал:

$$dT^2 - dX^2 - dY^2 - dZ^2 = ds^2 = \text{inv} \qquad (9.10.4)$$

Именно так - как теория субъективного наблюдателя, и возникает специальная теория относительности. Еще раз подчеркнем - псевдоевклидовость метрики физического пространства-времени это следствие субъективно конфигурационного отношения наблюдатель - мир. Мы без ущерба можем перейти к другой - объективной точке зрения. Переписав (9.10.4) в виде:

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 + ds^2 = dT^2 \qquad (9.10.5)$$

Будем считать время мероопределением в некоем пространстве координат и действия $dS = mcds$.

Чтобы получить уравнения движения, обычно варьируют действие в выражении (9.10.4). Но с тем же успехом мы можем варьировать время в выражении (9.10.5). И в одном и в другом случае, мы получим одни и те же уравнения. В параграфе 9.8 мы показали, что принцип наименьшего времени для объективного наблюдателя заменяет принцип наименьшего действия, который является принципом субъективного наблюдателя.

Теперь, зная, что физическое пространство проективно, компактно и периодично по своим координатам, мы можем сконструировать его из

4-х мерного тора $T^4 = S_X \otimes S_Y \otimes S_Z \otimes S_T$, путем сшивки по классам эквивалентности (прямым в $\mathbb{R}^5$) его антиподальных точек. В результате получим 4-х мерную бутылку Клейна. Известно, что любое проективное пространство $RP^n$ четной размерности n является неориентируемым [38]. Поэтому, 4-х бутылка тоже неориентируема. Остается, однако, не ясной возможность существования лагранжиана на таком многообразии.

## 9.11 Тождественность частиц и принцип Паули

Принцип Паули утверждает, что волновая функция системы фермионов антисимметрична относительно перестановки любых двух из них. В рамках квантовой релятивистской теории поля доказывается теорема о связи спина со статистикой. Теорема увязывает спин частиц с поведением ВФ относительно перестановок частиц. Доказательство весьма сложно и использует большое количество допущений. Кроме всего прочего, теорема не отвечает на главный вопрос - почему в природе все частицы делятся на 2 сорта - бозоны, подчиняющиеся тензорной алгебре и фермионы, подчиняющиеся спинорной алгебре. Как показали Фейнман и John Baez, имеет место простая физическая интерпретация этой теоремы [39],[40], основанная на понимании топологической природы спина. Мы воспользуемся тем же методом и рассмотрим движение скалярных частиц (псевдо-фотонов) в пространстве с субъективно - индуцированной топологией. Как мы показали выше, 4-х мерное физическое многообразие наблюдателя является 4-х мерной бутылкой Клейна.

Фундаментальная группа такого многообразия: $\pi_1\,(K^4) = \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}_2$ [41]. Здесь $\mathbb{Z}$ - группа целых чисел. Это означает, что в таком пространстве есть 4 не гомотопных пути, 3 из которых, при обходе по замкнутому пути не меняют ориентацию репера, а один - меняет ее на противоположную. Чтобы вернуть ориентацию, необходимо пройти по этой петле дважды.

Описанная топология фундаментальна, так как индуцируется фундаментальным отношением наблюдателя с остальной частью мира. Не трудно догадаться, что эта топология может быть ответственна за существование в природе двух сортов волновых функций – симметричных (переходящих в себя при перестановке двух любых частиц) и антисимметричных (меняющих знак при такой перестановке). В первом случае, как известно, частицы называются бозонами, во втором — фермионами.

Рассмотрим двухчастичную волновую функцию: $\psi(x_1, x_2)$. При перестановке частиц, так как частицы тождественны, физическое состояние системы не должно измениться. Это означает, что в общем случае, появится фазовый множитель:

$$\psi(x_2, x_1) = \mathrm{e}^{\mathrm{i}\varphi}\psi(x_1, x_2) \qquad (9.11.1)$$

Вернем систему в исходное состояние, подействовав на нее еще раз перестановочным оператором:

$$\psi(x_1, x_2) = \mathrm{e}^{\mathrm{i}2\varphi}\psi(x_1, x_2) \qquad (9.11.2)$$

Отсюда следует, что $\left(\mathrm{e}^{\mathrm{i}\varphi}\right)^2 = 1$ и, поэтому $\mathrm{e}^{\mathrm{i}\varphi} = \pm 1$; $\varphi = \binom{2\pi \mathrm{n}}{\pi + 2\pi \mathrm{n}}$; $\mathrm{n} = 0,1,2 \ldots$ То есть, волновая функция пары частиц может быть либо симметричной, либо антисимметричной:

$$\psi\,(x_2, x_1) = \pm\psi\,(x_1, x_2) \qquad (9.11.3)$$

То есть, при перестановке частиц фаза изменяется либо на $2\pi$, либо на π. На первый взгляд это странно, ибо перестановка частиц топологически всегда должна приводить к ***кинку*** (топологической скрутке на $2\pi$). (Напомним, что сдвиг фазы на $\varphi$ мы интерпретируем, как перемещение вдоль петли длиной $L$ на расстояние $\varphi L/2\pi$). Не трудно догадаться, что частицы, которые ведут себя по первому сценарию (фаза изменяется на $2\pi$) являются бозонами. Это те частицы, которые двигаясь по ориентируемым путям (назовем бозонной степенью свободы) на бутылке Клейна и, делая круг вдоль петли, возвращаются в исходную точку с первоначальной фазой. Второй сценарий соответствует движению по неориентируемому пути (фермионная степень свободы). Поэтому пространственный поворот на 2π это только половина пути по петле, длина которой в 2 раза больше (дважды накрывающая топология). То есть при пространственном повороте на $2\pi$, фаза волновой функции меняется только на π. Этот сценарий соответствует поведению фермионов.

Антисимметричную функцию всегда можно записать следующим образом:

$$\psi(x_1, x_2) = \psi_\alpha(x_1)\,\psi_\beta(x_2) - \psi_\alpha(x_2)\,\psi_\beta(x_1) \qquad (9.11.4)$$

Где α и β - состояния элкетронов. При α = β очевидно $\psi(x_1, x_2) = 0$ . То есть ни какие 2 фермиона не могут находится в одном и том же состоянии. Это содержание принципа Паули. Здесь возможна красивая топологическая интерпретация. Из фундаментальной группы бутылки Клейна $\pi_1(K^4) = \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}_2$ следует, что на бозонные степени свободы мы можем намотать сколько угодно витков, а на фермионную только один виток. Каждый второй виток "соскальзывает" при намотке по этому пути. Достаточно бумаги и карандаша чтобы проверить, как это работает на $\mathrm{K}^2$. Теперь, если мы предположим, что каждый виток представляет частицу, то принцип Паули следует из топологической невозможности "намотать" на фермионную степень свободы более одного витка. Если бы физическое пространство было сферой, то в таком мире не было бы ни одной частицы. Это следствие того, что ее фундаментальная группа тривиальна $\pi_1(S^2) = 0$ и любая петля стягивается в точку (соскальзывает). Если бы физическое пространство было тором с фундаментальной группой $\pi_1(T^2) = \mathbb{Z} \otimes \mathbb{Z}$, то в таком мире не существовало бы фермионов. Такой мир представлял бы собой сверхплотный Бозе конденсат,- что-то наподобие нейтронной звезды. А вот проективные пространства занимают промежуточное место в такой классификации – с них "соскальзывает" только каждый второй виток! $\pi_1(RP^n) = \mathbb{Z}_2, n > 1$.

На рис. 19 справа показана модель проективного пространства $RP^2$ в виде квадрата. Противоположные стороны отождествлены с переворотом на $\pi$. Для сравнения слева модель тора $T^2$. В этом случае стороны отождествлены без переворота.

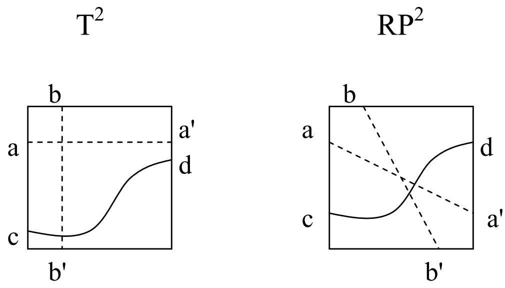



рис.19

Сплошной линией показана петля. Попробуйте теперь стянуть эти петли, перемещая точки вдоль сторон, и вы убедитесь, что сделать это невозможно ни в одном, ни в другом случае. Теперь добавим еще по одному витку. Для тора задача останется по-прежнему неразрешимой, а вот с проективного пространства двойную петлю можно "стащить". Чтобы это увидеть, нужно один из витков постепенно перетягивать на другую сторону от первого витка. На рис. 20 показаны последовательные стадии этого процесса:

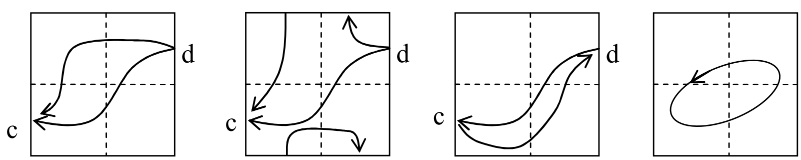



рис.20

Это свойство двулистных накрытий нам известно из физики частиц с полуцелым спином, описывающихся группой $SU(2)$ вращений в четырехмерном пространстве, дважды накрывающей группу $SO(3)$ трехмерных вращений. По всей видимости, само существование в природе частиц с дробным спином является свидетельством нетривиальной топологии многообразия $\{x^{\alpha}, x^{t}\}$. Мы пришли к выводу, что ***свойства элементарных частиц могут определяться глобальной топологией Вселенной***, а не локальными свойствами пространства, такими, как кривизна, кручение и.т.д, которые задаются полями.

Бутылка Клейна является представителем проективных пространств и комбинирует в себе свойства тора и проективной плоскости. Это дает возможность для существования, в нашем мире, как бозонов, так и фермионов и делает его столь сложным и многообразным.

## 9.12 Квантовая нелокальность в алгоритмическом мире

Сущность квантовых корреляций [43] состоит в следующем. Пусть, мы проводим измерение над квантовой системой, состоящей из двух разнесенных в пространстве частей, так, что события измерения разделены пространственно-подобным интервалом. И пусть изначально система приготовлена в состоянии суперпозиции чистых состояний $\psi 1$ и $\psi 2$. Пусть, далее, для измерения над первой частью мы применяем либо прибор $A_1$, либо прибор $A_2$, а над второй либо $B_1$, либо $B_2$,. Собственные значения операторов $A_1$,$A_2$,$B_1$,$B_2$ дают измеряемые этими приборами величины $a_1$,$a_2$,$b_1$,$b_2$.

Достаточно произвести измерение только над одной из частей системы, чтобы другая часть немедленно зафиксировала свое состояние, невзирая на то, что эти части могут быть причинно не связаны. Но важен не сам факт корреляции, которая может выражать закон сохранения энергии или углового момента, но факт более сильной корреляции, не объяснимой классической физикой. Критерий отличия классических корреляций от квантовых был найден Беллом и выражается в виде неравенства:

$$|<ab>-<a_1b>+<ab_1>+<a_1b_1>| \leq 2 \qquad (9.12.1)$$

Угловыми скобками здесь обозначены корреляционные функции соответствующих наблюдаемых. Ключевой эксперимент Аспекта по двухфотонной корреляции показал, что передача информации осуществляется именно в момент коллапса волновой функции и, следовательно, никакой априорной информации части системы не несут. Получается, что первая часть системы как-то передает второй части информацию о том, проводилось ли над ней измерение, и какой оно дало результат именно в момент коллапса, нарушая все наши представления о локальности и причинности.

Рассмотрим, для простоты обычную схему эксперимента по корреляции фотонов. Пусть в результате двухфотонного перехода источник света излучает 2 фотона, разлетающихся в противоположных направлениях к приборам A и B соответственно. Закон сохранения четности гарантирует, что если первый фотон X-поляризован, то другой тоже X-поляризован. Угол же поляризации Ф, относительно условно выбранного направления случаен. Пусть первый и второй наблюдатели применяют приборы $A_1$ и $B_1$ соответственно, ориентированные под углами $Ф_1$ и $Ф_2$. Вероятность того, что первый наблюдатель (прибор $A_1$) обнаружит X-поляризацию равна:

$$P_{1x} = 1/2Cos^2(\Phi - \Phi_1) \qquad (9.12.2)$$

Вероятность, что при этом второй наблюдатель, применив прибор $B_2$, ориентированный под углом $Ф_2$ , обнаружит X-поляризацию равна

$$P_{2x} = 1/2Cos^2(\Phi_1 - \Phi_2) \qquad (9.12.3)$$

Можно написать простейшую программу, имитирующую такое поведение.

В псевдокоде программа может иметь вид:

```
Procedure MESSURE(Ф,Ф0)
Begin
If Random(1)>Cos2(Ф-Ф0) then Ф=Ф0
Else Ф=Ф0+90˚
End.
---------------------------------------------
Main Program
Begin
```

```
Read (Φ1,Φ2)
Φ=Random(360˚)
Call MESSURE(Φ,Φ1)
Print Φ
Call MESSURE(Φ,Φ2)
Print Φ
End.
-------------------------------------------
```

Здесь вначале описана процедура измерения MESSURE(), Передача параметров осуществляется через переменную Ф в обоих направлениях. Процедура управляет функцией распределения вероятности обнаружения той или иной поляризации. В теле процедуры использован генератор псевдослучайных чисел. Основная программа является протоколом проведения эксперимента. В начале экспериментатор задает углы $Ф_1$ и $Ф_2$ ориентации применяемых приборов А, и В. Далее источник света испускает фотоны со случайной (0-360˚) поляризацией Ф. Затем один за другим производят измерения оба наблюдателя. Значения углов полученных поляризаций выводятся на печать. Легко убедиться, что программа, действительно, описывает квантовые корреляции и, как и следовало ожидать, нарушает неравенства Белла. Каким же образом программа имитирует квантовую нелокальность? Секрет очень прост. Все дело в том, что результат измерения Ф, полученный первым наблюдателем «нелокально» передается в процедуру измерения второго наблюдателя. Такой подход к интерпретации квантовой механики известен, как теории скрытых переменных. Обычно считается, что нарушение неравенства Белла доказывает невозможность описания реальности посредством локальных скрытых переменных. И если бы удалось «изобрести» нелокальный способ передачи параметров,- квантовая механика была бы обоснована.

- Но то, что вы сделали - это обман, скажете вы! - Вы не моделируете нелокальность, а «подсовываете» ее нам в готовом виде. Однако не торопитесь с выводами. Действительно все, что мы пока сделали это даже не модель, а некая наивная аналогия. Нелокальность в ней возникает благодаря тому, что мы просто игнорируем сам механизм передачи параметра Ф.

Давайте подумаем о том, какой будет физическая реальность для наблюдателя, который даже не догадывается о том, что в его мире может иметь место некий механизм реализующий нелокальность. Кроме того, пусть эта физическая реальность такова, что любая попытка обнаружить этот механизм будет безуспешной. Очевидно, что наш наблюдатель вынужден будет «изобрести» свою Копенгагенскую интерпретацию!.

Но, что за причина может помешать нам обнаружить этот самый скрытый механизм? Очевидно, эта причина должна быть весьма принципиального характера. Проницательный читатель должно быть уже догадался, что речь идет о физической неполноте. Продолжим рассмотрение нашей компьютерной аналогии. Пользователю, как правило, доступна только внешняя сторона работы программы, тогда как процессы, осуществляемые на более глубоком уровне иерархии программного обеспечения, скрыты от него. Однако, нам необходимо как-то онтологизировать это невосприятие субъектом-наблюдателем «тонких» процессов происходящих в мировом "компьютере" (В противном случае, обнаружив эти процессы, наш наблюдатель «доберется» и до механизма передачи параметра «Ф» и констатирует его локальный характер). Что касается модели, то этого легко можно добиться, допустив, что для нашего наблюдателя минимальным временным интервалом, или квантом времени, является один шаг приведенной выше программы, тогда как вся необычайно сложная динамика работы компьютера, характеризующаяся значительно меньшими характерными временами, останется скрытой от него вследствие невосприятия им столь малых временных интервалов. В реальности, проще всего было бы постулировать наличие кванта времени. Например, взяв за основу Планковское время $\approx 10^{-43}$ сек. Однако, в модели субъект-объектного мира, которую мы рассматриваем в таком искусственном приеме не возникает необходимости, ибо возможности восприятия субъектом временных интервалов ограничиваются в ней естественным образом.

## 9.13 Природа комплексных и гиперкомплексных чисел в квантовой механике

Как известно, аппарат КМ формулируется на комплексном поле, в основе которого лежит группа Ли $U(1)$ всех комплексных чисел, равных по модулю единице. Так, как комплексные числа представимы в виде:

$$\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} = a\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + b\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

То, можно сказать, что группа $U(1)$ это группа всех действительных матриц второго порядка с равным единице определителем. Имеет место изоморфизм $U(1) \cong SO(2)$, где $SO(2)$ - группа вращения плоскости. Геометрически элементом группы $U(1)$ является точка на окружности $S^1$. А так как любая замкнутая кривая (петля) гомеоморфна окружности, то именно этот аспект и определяет использование комплексных чисел в формализме квантовой механики.

В основе же рассматриваемой нами модели лежит дискретное конечное поле. Существует ли связь между этими описаниями?

Пусть S конечное множество фундаментальных состояний мира. И пусть $R$ биективное отображение этого множества в себя $R: S \rightarrow S$. Такое отображение порождает несвязанные циклы. Каждый цикл может рассматриваться, как отдельная "вселенная" никак не связанная с другими. Поэтому нас будет интересовать любой отдельный цикл, состоящий из $N$ состояний, который мы отождествим с нашей Вселенной. Например, цикл состояний механизма рис.7. Однозначная связь элементов в цикле позволяет ввести линейное алгоритмическое время и определить на нем Мировую Функцию $\Psi(\vartheta)$, задаваемую отображением $R$. В общем случае, такой цикл образует конечную циклическую группу. В частном же случае, когда число элементов простое - поле Галуа. Если наша Вселенная конечна, то геометрия и алгебра на конечных полях должны быть естественным языком для описания физики, тогда как традиционный дифференциальный аппарат, построенный на действительном комплексном поле, может быть только удобным приближением. В связи с этим интересно отметить, что комплексное поле можно рассматривать, как расширение поля Галуа. Возможно, что этот факт является намеком на то, что квантовые закономерности унаследовали "комплексность" от первичного конечного поля, лежащего в основе нашего мира. В качестве простого примера построим комплексное расширение поля GF($2^3$). На этом поле имеем:

$$0^2 = 0;\ 1^2 = 1;\ 2^2 = 4;\ 3^2 = 2;\ 4^2 = 2;\ 5^2 = 4;\ 6^2 = 1,$$

А это означает, что числа 3,5,6 являются квадратичными невычетами. На действительном поле, где отрицательные числа играют роль квадратичных невычетов, формально вводят комплексное расширение $i^2 = -1$. В случае поля Галуа это расширение можно ввести более осмысленно. Для этого достаточно заметить, что при счете в обратном направлении ситуация меняется на обратную – числа 1,2,4 становятся квадратичными невычетами, а для чисел 3,5,6 находятся квадраты.

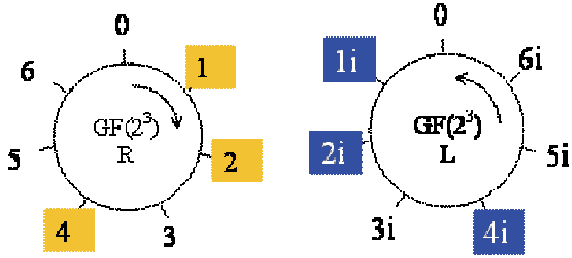



Рис 21.

Обозначая направление счета буквой $i$, как атрибут числа, имеем:

$$i^2 = 6(-1);\ (2i)^2 = 3(-4);\ (3i)^2 = 5(-2);\ (4i)^2 = 5(-2);\ (5i)^2 = 3(-4);\ (6i)^2 = 6(-1);$$

Таким образом, изменение знака алгоритмического времени, изменяющее направление движения на поле Галуа эквивалентно комплексному сопряжению.

Наверняка эта ситуация покажется читателю знакомой. Действительно, в квантовой механике вектор состояния так же связан с направленностью времени. Это очевидно при рассмотрении оператора обращения времени:

$$\hat{T}\psi(\vec{r},t) = \psi^*(\vec{r},-t) \quad (9.13.1)$$

Для сохранения инвариантности относительно операции обращения времени необходимо одновременно осуществить комплексное сопряжение. Этот весьма загадочный в квантовой механике факт, на расширенном поле Галуа тривиален.

В параграфах 9.9 и 9.10 мы видели, что глобальная топология мира может отражаться в свойствах частиц, орбиты которых «заметают» все мировое многообразие (глобально).

Понятие спинора возникает из понимания того несколько неожиданного, но формально очевидного факта, что векторы нулевой длины (изотропные векторы) в комплексном пространстве могут образовывать конечные многообразия. Так, например, сфера нулевого радиуса будет иметь конечную поверхность. Примером такого многообразия является световой конус. Такие многообразия можно задать параметрически:

Картан ввел спиноры через отображение:

$$\begin{aligned} z_1 &= v^2 - w^2 \\ z_2 &= \mathrm{i}(v^2 + w^2) \\ z_3 &= -2v\mathrm{w}. \end{aligned} \qquad (9.13.2)$$

Эта параметрически (параметры $\nu,\omega$) заданная поверхность обладает тем свойством, что координаты ее точек лежат на сфере нулевого радиуса $z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 = 0$.

Спинором (по Картану) называется комплексный вектор $\begin{bmatrix} w \\ v \end{bmatrix}$ в $\mathbb{C}^2$, отображающийся на нулевой (изотропный) вектор $Z = (z_1, z_2, z_3)$ в $\mathbb{C}^3$. Для каждого вектора $Z = (z_1, z_2, z_3)$ в $\mathbb{C}^3$ существуют 2 вектора (спинора) в $\mathbb{C}^2$ $(v, w)$ и $(-v, -w)$. В настоящее время, спиноры вводят через группы вращений.

Формально, ***спиноры нужны потому, что структура группы вращений в пространстве с данным числом измерений требует дополнительных измерений для ее представления.*** Так группа вращений $SO(3)$ 3-х мерного пространства имеет структуру 3-х мерного проективного пространства $RP^3$. А это влечет за собой необходимость рассмотрения факторпространства в однородных координатах. Таким факторпространством в данном случае, является пространство элементов унимодулярной группы $SU(2)$. Группы $SU(2)$ и $SO(3)$ локально изоморфны и только глобально имеет место сюръективный гомоморфизм $SO(3) = SU(2)/\mathbb{Z}^2$. Таким образом, спин является проявлением топологии мирового многообразия, а не его локальных геометрических свойств (так называемы внутренние симметрии).

Воспользуемся кватернионным представлением группы $SU(2)$ с базой:

$$\mathrm{s_t} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \mathrm{s_x} = \begin{pmatrix} \mathrm{i} & 0 \\ 0 & \mathrm{-i} \end{pmatrix}, \quad \mathrm{s_y} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \mathrm{s_z} = \begin{pmatrix} 0 & i \\ \mathrm{i} & 0 \end{pmatrix} \qquad (9.13.3)$$

$$\mathrm{r} = t \cdot s_t + \mathrm{x} \cdot s_x + \mathrm{y} \cdot \mathrm{s}_y + \mathrm{z} \cdot \mathrm{s}_z \text{ - кватернион} \qquad (9.13.4)$$

Кватернионы позволяют не только очень компактно и изящно записывать формулы релятивистской механики, но проясняют некие новые смыслы, скрываемые за матричным представлением. Так преобразование Лоренца для движения по оси z выглядит следующим образом:

$$r' = LrL^{+}, \text{ где } L = \exp(s_3\varphi/2), \text{ где } \varphi = \tanh^{-1}\beta \qquad (9.13.5)$$

Кватернион r в матричном представлении в пространстве Минковского (то есть в субъективном пространстве):

$$r = \begin{bmatrix} z+t & x-iy \\ x+iy & -z+t \end{bmatrix} \text{ - элемент группы } SU(2) \qquad (9.13.6)$$

$$\det(\mathrm{r}) = t^2 - x^2 - y^2 - z^2 \quad (9.13.7)$$

Подгруппа спинорных преобразований $r' = LrL^{+}$, где $L$ – матрицы из той же группы $SU(2)$, а $L^{+}$ - эрмитово сопряженная матрица, сохраняющая $\det(\mathrm{r})$ является группой Лоренца. Группа Лоренца распадается на повороты трехмерного подпространства и бусты (преобразования скорости).

В представлении объективного наблюдателя:

$$r = \begin{bmatrix} s - iz & -x - iy \\ x - iy & s + iz \end{bmatrix}$$ - элемент группы SU(2) (9.13.6')

$$\det(\mathrm{r}) = s^2 + x^2 + y^2 + z^2 \quad (9.13.7')$$

Спинорные преобразования в последнем случае вырождаются в обычные ортогональные преобразования четырехмерного пространства.

## 9.14 Спиноры Картана и расслоение Хопфа

Рассмотрим суперпозицию состояний – спин вверх и спин вниз:

$$|\rightarrow\rangle = v|\uparrow\rangle + w|\downarrow\rangle \quad (9.14.1)$$

Найдем средние значения наблюдаемых спина в состоянии (9.14.1):

$$\begin{aligned} x_1 &= < s_x > = v^* w + v w^* \\ x_2 &= < s_y > = -i(v^* w - v w^*) \\ x_3 &= < s_z > = |v|^2 - |w|^2 \end{aligned} \quad (9.14.2)$$

Предполагается, что полная вероятность нормирована на 1, то есть:

$$|v|^2 + |w|^2 = 1. \quad (9.14.3)$$

Поэтому:

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1 \quad (9.14.4)$$

Соотношение (9.14.4), выражающее закон сохранения вероятности, является уравнением единичной сферы $S2 \subseteq R3$. Комплексные числа $v$ и $w$ представим явно:

$$\begin{aligned} v &= X_4 + iX_1 \\ w &= X_2 + iX_3 \end{aligned} \quad (9.14.5)$$

Величины $X1, X2, X3, X4$ соответствуют координатам $x, y, z, t$ или $x, y, z, s$ в зависимости от интерпретации (субъективной или объективной). Поэтому, мы сохраним прежние обозначения, но будем помнить о возможной замене в случае перехода к одной из них.

Подставив (9.14.5) в (9.14.2), получим:

$$\begin{aligned} x_1 &= 2(X_2X_4 + X_1X_3) \\ x_2 &= 2(X_3X_4 - X_1X_2) \qquad (9.14.6) \\ x_3 &= (X_1^2 + X_4^2) - (X_2^2 + X_3^2) \end{aligned}$$

Пространство спина (q-бита) представляет собой сферу $S3$ вложенную в пространство $R^4$.

Действительно, условие нормировки (9.14.4)дает:

$$X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + X_4^2 = 1 \qquad (9.14.7)$$

В объективной интерпретации выражение (9.14.7) становится $s^2 + x^2 + y^2 + z^2 = 1$ и представляет собой уравнение сферы $S3$ в $R4$. Формулы (9.14.6) представляют собой известное преобразование Хопфа[25] $h: S3 \rightarrow S2$, сурьективно проектирующее сферу $S3 \subseteq R4$ на сферу $S2 \subseteq R3$, заданную уравнением (9.14.4). Таким образом, между этими физико-теоретическими объектами имеется очевидная математическая связь. Сущность этой связи выражается в структуре расслоения (fiber bundle) Хопфа над сферой Блоха. Известно, что в данном случае расслоение нетривиально, то есть $S3 \neq S2 \times S1$. Обратное преобразование Хопфа каждой точке P на сфере Блоха ставит в соответствие 2 окружности $S1$ (слои) на сфере (10). Множества этих окружностей образует два семейства A и B. Любая окружность семейства A пересекается в двух точках с любой окружностью семейства B. Две окружности одного семейства не пересекаются, но зацеплены между собой.

[25] http://mathworld.wolfram.com/HopfMap.html

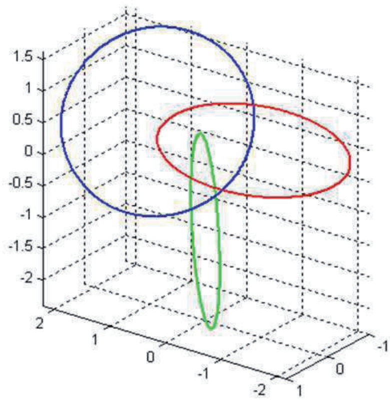



Рис. 22

На рисунке 1 показаны 3 окружности одного семейства, сцепленные каждая с каждой. Эти окружности являются слоями Хопфа над тремя различными точками на сфере $S2$ . А теперь, если сможете, представьте себе полное пространство расслоения - плотное множество взаимно зацепленных окружностей! Каждая окружность, в нашем понимании, представляет собой орбиту движения субъективно покоящегося электрона в пространстве $\mathbb{R}^4$ в скрытом времени.

## Глава 10. Интерпретация экспериментов с фотонами в терминах субъективной физики

В этой главе мы проанализируем ключевые эксперименты, ставшие хрестоматийными в области квантовой оптики с точки зрения субъективной физики.

Согласно современному представлению, основанному на принципе дополнительности Бора, свет это некий элемент реальности, проявляющий те или иные свойства (волна или частица) только в контексте конкретной экспериментальной ситуации. Отметим, однако, имеющую место асимметрию, не свойственную духу этого принципа. Действительно, независимо от того какие свойства света проявляются в эксперименте, конечным результатом измерения всегда является –

частица! (Когда мы говорим о частице, то имеем в виду некое локальное энергетическое проявление феномена, называемого частицей). Эта асимметрия наводит на мысль о первичности локальных проявлений электромагнетизма и производности полевой интерпретации.

### 10.1 Поля, как частицы в скрытом времени

Современная физика избегает понятия частиц. Ведь о частицах мы можем говорить лишь тогда, когда произведено измерение и поле проявило свою локальную «ипостась». Но именно здесь, за кулисами проекционного постулата фон-Неймана, кончается физика и начинается метафизика! Поэтому, частица неизбежно попадает в категорию метафизических объектов. Физики не очень любят, когда им об этом напоминают!

Напомним, что идея субъективной физики базируется на предположении, что фундаментальные законы физики берут свое начало и определяются субъект - объектной структурой мира. Физика - это способ описания природы ее субъектом (физиком). Но описание мира субъектом, являющимся его же составной частью, очевидно, сталкивается со специфическими ограничениями, связанными с известной проблемой унарных отношений, предполагающей самоприменимость понятий.

Рассмотрим конечную изолированную систему (далее Мир), или систему, которую можно считать замкнутой на временах $t \leq \hbar/\Delta E$, где $\Delta E$ – энергия взаимодействия частей.

Рассмотрим так же частицу, свободно движущуюся в расширенном пространстве-времени ($x^i$,$t_{Subj}$, $\tau_{hide}$)[26] вдоль некоторой замкнутой пространственно-подобной траектории $\xi$. $\tau_{hide}$ – координата скрытого времени. В соответствующем фазовом пространстве она последовательно перебирает состояния из множества $W$. Как мы уже говорили, из конечности числа состояний немедленно следует цикличность траектории $\xi$. В терминах теории графов, частица будет

[26] Далее в обозначении субъективного времени мы будем опускать индекс Subj , так как это обычное время, которое входит во все уравнения физики.

двигаться по одному из возможных Гамильтоновых циклов[27]. Вследствие этого можно считать, что:

Частица представляет собой пространственный осциллятор, совершающий циклическое движение в макроскопических областях пространства, в скрытом времени.

Сразу же заметим, что возврат частицы за любой наблюдаемый промежуток времени $\Delta t$ во времениподобную окрестность исходной точки на мировой линии гарантирует соблюдение принципов СТО, согласно которой, ни какие 2 события отделенные друг от друга расстоянием $\Delta X$ не могут быть связаны причинно, если они разделены промежутком времени меньшим $\Delta X/c$. Точки пересечения ее траекторией физического многообразия $\tau_{hide} = 0$ лежат на образующей светового конуса.

Так как траектория $\xi$ лежит в пространственно-подобной области, ее точки причинно не связаны и образуют поле координат, посещаемых частицей.

В нашей интерпретации:

Квантовое поле производно от частиц и возникает в результате неполноты восприятия времени наблюдателем (субъектом).

Уравнения КМ описывают только движение "клубков" траекторий, которые мы отождествляем с $\psi$- полями, но не самих частиц их образующих. Плотность траекторий в единице объема, измеренная за интервал скрытого времени определяет вероятность обнаружения частицы в этом объеме. Достаточно изъять частицу из системы (Это происходит в процессе измерения) и поле мгновенно исчезнет из всех точек пространства (нелокально!), ибо оно формировалось частицей за скрытый промежуток времени $\Delta t^h$. Эта ситуация моделирует процесс коллапса квантового состояния. По всей видимости, понятие квантованного поля может быть сформулировано в терминах обычной механики с одним единственным дополнительным допущением о существовании скрытого времени. В предлагаемой интерпретации:

---

[27] Цикл на графе, который через каждую его вершину проходит только один раз.

Уравнение волны $\psi = A\exp(is)$ описывает не изменение амплитуды, а реальное циклическое движение частиц в расширенном пространстве-времени $(x_i, x^h, t, t^h)$; i=1,2,3. s- эйконал, который здесь интерпретируется, как траектория осциллятора.

Полевая интерпретация этого выражения справедлива только в сечении $\tau_{hide} = 0$ . То есть это – субъективная (относящаяся к физическому наблюдателю) интерпретация.

Как мы уже говорили, динамика внутри скрытого временного интервала $\Delta\tau$ для нас не доступна. Поэтому нас могут интересовать только интегральные ее проявления. Учитывая строгую эргодичность движения частицы в объективном пространстве, мы, как обычно, можем заменить усреднение по скрытому времени усреднением по ансамблю частиц, движущихся с разными фазами. Тогда амплитуда $A = \sqrt{\rho}$, где ρ – плотность частиц в данной области. Метафизическое представление о фотоне, как пакете волн, которое часто можно встретить в литературе, соответственно, заменяется пакетом частиц, совершающих циклическое движение в скрытом времени. Конечно, нужно помнить о том, что в понятие движения мы вкладываем некие представления о динамике состояний сознания. Я в точке $x_0$ и Я в точке $x_N$ - это разные состяния сознания. В соответствии с этим, движение может быть осознаваемым, когда каждое состояние $x_i$ вдоль траектории может быть осознанно, и скрытым, когда движение от $x_i$ до $x_N$ осуществляется в скрытом времени. Например, я могу отследить движение биллиардного шара, но не могу отследить движение фотона. И причина этого не в том, что шар движется «медленно», а фотон «быстро», а в том, что в случае движения фотона, состояния сознания просто не меняются и, следовательно, не осознаются. В этом состоит суть скрытого времени, порождаемого физической неполнотой. Фотон может вылететь из точки $x_0$ «облететь» всю метагалактику и вернуться обратно в точку $x_0 + \lambda$ , но я об этом его «путешествии» ни чего не буду знать. Впрочем, квантовым частицам не всегда удается скрыть от нас свои «путешествия». Так в классическом двухщелевом эксперименте фотон одновременно проходит через две щели. Как это может быть? Оказывается, то, что вызывает ступор у начинающих изучать квантовую механику, имеет весьма простое объяснение. И здесь не требуется привлечения какой-то особой «квантовой логики». Дело в том, что это нам только кажется, что фотон проходит через две щели одновременно, а на самом деле он их проходит последовательно. Просто пока фотон «гуляет» между источником света и экраном, наше состояние сознания не меняется. Но это и означает субъективную относительность одновременности! Эта относительность не имеет прямого отношения к относительности СТО, но, как мы показали выше, связана с ней. Формально, эта ситуация описывается введением двухвременного формализма. Все это мы уже подробно рассматривали в параграфах 9.5-9.7

## 10.2 Однофотонные состояния, интерференция амплитуд.

Простейшее однофотонное состояние $|1>$ в терминах нашей модели представляется следующей схемой:

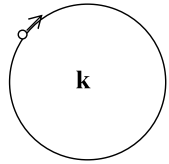



Рис.23

Такое состояние реализуется в замкнутой полости. Здесь фотон совершает движение по замкнутому контуру с импульсом $p = hk$. (импульсное состояние).

Рассмотрим однофотонную суперпозицию $\frac{|1_k\rangle + |1_{k'}\rangle}{\sqrt{2}}$

Фотон с равной амплитудой пребывает в пространственных модах $k$ и $k'$ (рис.24). Эти моды должны быть различимы физически. Состояния $|1_k\rangle$, $|1_{k'}\rangle$ не различимы, так как мы не знаем в какой моде находится фотон. Условием интерференции по Фейнману, как раз, и является принципиальное отсутствие у наблюдателя информации о том, в какой моде находится фотон. Благодаря этому, и образуется суперпозиция. В нашей квази-механистической интерпретации это состояние можно представить следующей схемой:

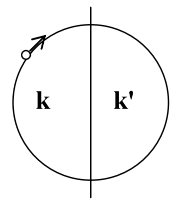



Рис.24

Пространственной моде $k$ соответствует левая половина окружности, $k'$-правой. Очевидно, что при измерении мы либо обнаружим фотон в моде k либо нет. То есть $\frac{|1_k\rangle + |0_k\rangle}{\sqrt{2}}$.

В целом мы имеем дело с чистым запутанным состоянием $|1_k\rangle|0_{k'}\rangle + |0_k\rangle|1_{k'}\rangle$, которое физически можно получить с помощью делительной пластинки из однофотонного состояния.

Рассмотрим схему с делителем (сплиттером) светового потока (рис.25).

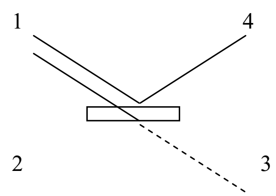



Рис.25

Пусть на входе имеем однофотонное состояние $|1>$. Как мы уже говорили, движение фотона всегда происходит по замкнутому пути. Траектория фотона в скрытом времени образует моды. Достаточно близкие пути слева от пластинки неразличимы $(k - k') \sim 1/\lambda$ и образуют входящую моду 1. Выходящие моды 3 и 4 пространственно разделены. Таким образом, если фотон находится в моде 3, то он одновременно находится и в моде 1. Аналогично, если он в моде 4, то он опять же и в моде 1. Поэтому в моде 1 он находится наверняка, и мы имеем состояние без примеси вакуума $|1>$. А в модах 3 и 4 состояния $|1>+|0>$. То есть эти состояния содержат примесь вакуума $|0>$. Говорят, что делительная пластинка в прошедший или отраженный свет вносит вакуумный шум. Этот шум обусловлен нашим принципиальным незнанием того находится ли в данный момент фотон в данной моде, то есть незнание фазы движения частиц в скрытом времени. Это незнание мы связываем с фундаментальной физической неполнотой. Согласно квантовой теории [44] действие пластинки – сплиттера описывается матрицей рассеяния:

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t & r \\ r & t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} \quad (10.2.1)$$

Здесь под букой "а" следует понимать амплитуды полей на соответствующих портах (представление Шредингера), либо операторы рождения (в представлении Гейзенберга).

$t$ и $r$ – комплексные коэффициенты пропускания и отражения образуют унитарную матрицу рассеяния из группы $SU(2)$[28] Из условия унитарности, имеем:

$$|r|^2 + |t|^2 = 1 \qquad \text{и} \qquad rt^* + r^* t = 0 \qquad (10.2.2)$$

$r$ и $t$ - комплексные числа, которые можно записать в виде:

$r = |r|\exp(i\theta_r)$ и $t = |t|\exp(i\theta_t)$, тогда из второго условия сразу следует:

$$\theta_r = \theta_t + \pi/2$$

[28] Это группа вращения 4-х мерного пространства. Множество всех специальных унитарных матриц порядка 2 по умножению образуют специальную унитарную группу SU(2). SO(3) – группа вращения трехмерного пространства.

Заметим, что это хорошо известное из волновой оптики свойство электромагнитного поля, заключающееся в том, что прошедшая и отраженная волны отличаются по фазе на $\pi/2$ и которое следует из уравнений Максвелла, формально, укоренено в свойствах симметрии унитарных преобразований. Из рис. 25 мы видим, что фотон может иметь 4 состояния. А именно, он может находится в портах (модах) 1,2,3 или 4. Полная вероятность найти его в одном из портов равна 1. Следуя нашей концепции фотона, как пространственного осциллятора построим диаграмму, подобную рис.23 для сплиттера. Как мы уже говорили, входная мода 1 состоит из двух субъективно не различимых траекторий (траекторий не различимых наблюдателем). Назовем их траекториями $|1\rangle_{14}$ и $|1\rangle_{13}$. Следуя вдоль первой, фотон всегда отражается от пластинки и попадает в выходящую моду 4, а следуя другой – всегда проходит через пластинку, попадая в выходящую моду 3. Эти две моды находятся в состоянии интерференции

Сначала, изобразим 2 такие траектории, как независимые (рис.26).

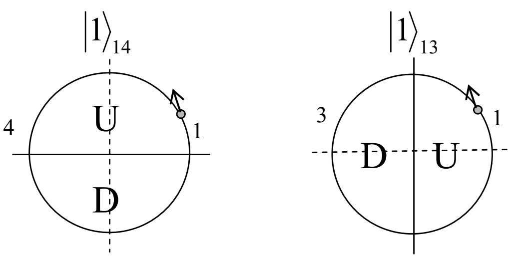



рис.26

Фотон здесь изображен точкой, двигающейся по кольцевой траектории из порта 1 в направлении, указанном стрелкой. Буквами U и D изображены верхнее и нижнее полупространства, разделяемые сплиттером. Циклы $|1\rangle_{14}$ и $|1\rangle_{13}$ сдвинуты друг относительно друга на $\pi/2$, так как в одном случае происходит отражение сдвигающее фазу, а в другом – нет. Далее мы будем рассматривать пластинку, для которой $|r| = |t|$ (полупрозрачную). Согласно первому условию (10.2.2), имеет место нормировка $|r| = |t| = 1/\sqrt{2}$. Матрица рассеяния здесь имеет вид:

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{i}{\sqrt{2}} \\ \frac{i}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} \qquad (10.2.3)$$

Пусть слева (порты 1,2) на пластинку поступает чистое однофотонное состояние $\psi = |1\rangle_1 |0\rangle_2$, тогда на выходе (порты 3,4) имеем:

$$\psi = |1\rangle_1 |0\rangle_2 = a_1 |0\rangle = (ta_3 + ra_4)|0\rangle = \frac{|1\rangle_3 |0\rangle_4 + i|0\rangle_3 |1\rangle_4}{\sqrt{2}} \qquad (10.2.4)$$

Мы видим, что в модах 3 и 4 имеет место 100% антикорреляция. Этот результат, в общем-то, тривиален и соответствует классической интуиции – фотон каждый раз может находиться только в одном месте.

## 10.3 Многофотонные состояния и интерференция интенсивностей.

Мы видели, что фотоны всегда запутаны с наблюдателем по фазе. Но фотоны могут быть запутаны не только с наблюдателем, но и между собой. Запутанность между фотонами означает синхронность их движения. В этом случае мы говорим о n-фотонном свете. Наиболее изученными являются двухфотонные состояния. К сожалению, в случае двухфотонного света мы не можем привести столь же простую геометрическую интерпретацию, как в случае рис.26. Дело в том, что двухфотонное состояние может быть представлено только в 4-х мерном фазовом пространстве. Но именно в таких случаях полезен формализм.

В случае, когда на входе сплиттера, описывающегося матрицей рассеяния (10.2.3) имеется двухфотонное состояние, на выходе имеем:

$$
\begin{aligned}
|1\rangle_1|1\rangle_2 &= a_1 a_2|0\rangle = \left(\frac{a3+ia4}{\sqrt{2}}\right)\left(\frac{ia3+a4}{\sqrt{2}}\right)|0\rangle = \frac{1}{2}\left(ia_3^2 + \cancel{a_3 a_4} - \cancel{a_3 a_4} + ia_4^2\right)|0\rangle = \\
&= \frac{i}{\sqrt{2}}\left(|2\rangle_3|0\rangle_4 + |0\rangle_3|2\rangle_4\right)
\end{aligned}
\qquad (10.3.1)
$$

Мы видим, что здесь, как и в однофотонном случае, имеет место 100% антикорреляция. То есть, в каждый из портов (3 или 4) фотоны всегда приходят парами. Преобразование полей на сплиттере формально описывается преобразованием траекторий фотонов на поверхности 3-х мерной сферы в пространстве $\mathbb{C}^2$ [46]. Важно понимать, если мы имеем дело с n-фотонным состоянием, то это означает, что в каждом Эвереттовском листе имеется ровно по n фотонов. Поэтому, при многофотонной интерференции складываются амплитуды Фоковских состояний $|n1, n2, \ldots >$ из разных эвереттовских листов. Так, в n-фотонном аналоге опыта Юнга рассматривают амплитуды того, что n-фотонов прошли через первую щель или n-фотонов прошли через вторую щель. Замечательно, что интерференционная картинка будет при этом такой, как если бы использовался свет с длиной волны $\lambda/n$.

Прежде чем перейти к следующему разделу, приведем еще несколько примеров различных состояний поля. Двухфотонное импульсное состояние без примеси вакуума $|1k, 1k' >$ можно сконструировать из двух циклов со сдвигом по фазе равным $\pi$:

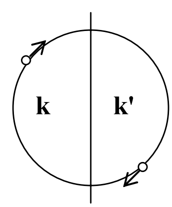



Рис.27

Как только один фотон покидает моду k, в тот же момент в нее входит другой фотон.

В результате со 100% вероятностью в любой момент времени мы обнаруживаем в каждой моде ровно 1 фотон. Обычно, детектор всегда ограничен в пространстве (катод ФЭУ или кристалл фотодиода имеют конечную площадь). На рис.28 этому случаю соответствует прямоугольная область), поэтому, экспериментатор всегда имеет дело с примесью вакуума:

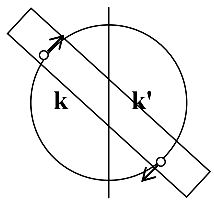



Рис.28

Следует заметить, что с целю уменьшить стохастичекую компоненту вакуумного шума, экспериментаторы всегда пытаются использовать фотодетекторы с максимально большой площадкой [47]. Фотоны на рис. 28 либо попадают в прямоугольник, либо нет. Но, если попадают, то всегда парами. Значит, мы имеем двухфотонное состояние с примесью вакуума:

$$\psi = |vac > +|1k, 1k' > \quad (10.3.2)$$

Аналогично сконструируем чистое четырехфотонное состояние. Для этого рассмотрим движение 4-х частиц со сдвигом по фазе равным $\pi/2$:

$$\psi = |2k, 2k' >$$

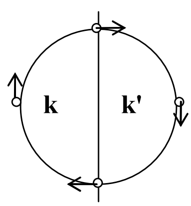



Рис.29

Обратим внимание, что любая неопределенность в фазе (дрожание фазы) приведет к разбавлению состояния вакуумом.

Теперь рассмотрим суперпозицию Фоковских состояний для моды k:

На рисунке 30 показаны компоненты суперпозиции с разной постоянной плотностью частиц вдоль координаты "x", то есть с равномерно распределенной фазой. Линейные цепочки частиц, изображенные на рисунке, представляют собой фрагменты замкнутых циклов.

Фоковские состояния являются предельным случаем состояний сжатых по числу фотонов.

При измерении таких состояний счет фотонов подчиняется субпуассоновской статистике. Фактор Фано (дисперсия, деленная на среднее значение) при этом меньше единицы.

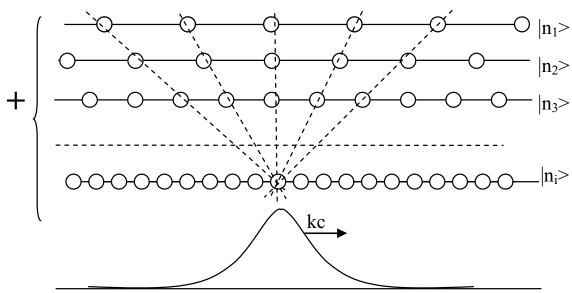



Рис.30

Видно, что фаза каждого члена суперпозиции распределена равномерно, подобно тому, как неопределена координата в импульсном состоянии тяжелых частиц. Однако сумма всех членов суперпозиции дает пакет частиц с хорошо определенной фазой, движущийся со скоростью $c^* = kc$, где $k$ номер моды. Чем больше членов суперпозиции, то есть чем больше неопределенность числа частиц, тем точнее определена фаза. В когерентном состоянии с Пуассоновским распределением числа частиц:

$$|\alpha\rangle = e^{\frac{|\alpha|^2}{2}} \sum \frac{\alpha^n}{\sqrt{n!}} |n\rangle \qquad (10.3.4)$$

увеличение числа частиц (интенсивность поля) так же приводит к сужению распределения фазы. Это происходит по той причине, что при этом возрастает неопределенность $\Delta n \sim \sqrt{n}$. При увеличении числа фотонов фаза становится все более определенной и поле приближается к классическому.

Связь между неопределенностью числа частиц и фазой можно объяснить следующим не совсем строгим рассуждением. Когерентное состояние поля не имеет определенной энергии, так как число фотонов известно с точностью $\Delta n$. (Заметим, что энергия фотона здесь определена с высокой точностью, так как мы рассматриваем одну частотную моду). Это означает наличие в спектре энергий полосы $\Delta E = \Delta n \cdot \hbar\omega$. Учитывая, что фаза $\Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t$, из соотношения неопределенности время – энергия $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$ (*), получим аналогичное соотношение для числа фотонов и фазы $\Delta n \cdot \Delta\varphi \geq 1/2$. В КЭД это выражение того факта, что $\varphi$ и $n$ являются сопряженными операторами $n = \partial/i\partial\varphi$

Обычное когерентное состояние света не предполагает зацепленности между фотонами и поэтому факторизуемо. Следует отметить, что этот факт часто используется в качестве критерия когерентности [48]. Статистика такого света – Пуассоновская, ибо отсутствует корреляция между приходом частиц к детектору. Эта ситуация неопределенности является причиной неустранимого шума, проявляющегося в измерениях и свойственного когерентному состоянию света.

*) Формально, соотношение неопределенности $\Delta E/\hbar \cdot \Delta t \geq 1/2$ возникает естественным образом из преобразования Фурье, как невозможность одновременного определения канонических сопряженных переменных $\Delta f \cdot \Delta\tau \sim O(1)$. Метод измерения с ограничением времени не позволяет точно измерить частотный спектр. Однако в отличие от ньютоновской физики, в квантовой физике эта методологическая неопределенность обретает фундаментальный характер. Так, если в классической физике невозможность измерить что-либо связывается исключительно со способом измерения, то в квантовой физике причина неопределенности распространяется на сам объект измерения. Утверждается, что объект на самом деле пребывает в неопределенном состоянии. В субъективной физике логика этого обобщения очевидна.

Предположим теперь, что в модах 3 или 4 установлены поглотители

А1 и А2, так, что свет поглощается с некоторой константой затухания $K$.

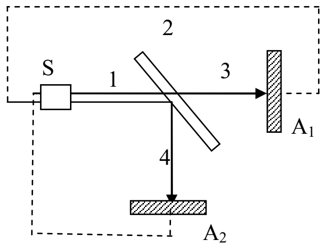



рис.31

На первый взгляд наше утверждение о существовании фотонов в форме нелокальных циклов - осцилляторов кажется парадоксальным. Каким образом фотон, встретив на своем пути поглощающий экран, не замечает препятствия и продолжает циркулировать вдоль своей траектории. Рассмотрим подробнее, что происходит при излучении фотона источником S . Предположим, что наш источник излучает только один фотон. То есть имеет место суперпозиция разных частотных мод:

$$\psi(t) = \sum \psi_k \exp(-i\omega_k t)|1_k\rangle \qquad (10.3.5)$$

В нашей интерпретации формула (10.3.5) описывает движение пакета частиц (фотонов) в Эвереттовском расслоении. Для простоты, рассмотрим пример взаимодействия фотона с двухуровневым поглотителем. Интенсивность поля, как мы говорили выше, в нашей интерпретации, есть не что иное, как плотность фотонов $I \sim \rho$. В областях вне светового конуса эта плотность мала, но в отличие от традиционного представления, согласно которому, амплитуда поля в каузально изолированных областях пространства-времени должна быть строго равна 0, в нашем случае, она отлична от 0.

Излучение источником фотона в моду $k$ в какой-то момент времени означает то, что из данной точки в направлении волнового вектора $k$ "побежали" фотоны по замкнутым траекториям, образуя $N$ пространственных осцилляторов с частотами $\omega k$. Скорости фотонов

$c^* = kc \geq c$ и зависят от геометрии эксперимента. Часть из этих фотонов, двигаясь по пространственно-подобным траекториям, за время $t < L/c$, (L- расстояние до поглотителя), неоднократно проходят через поглотитель, но из-за низкой плотности не взаимодействуют с ним. Действительно, коэффициент поглощения, определяемый соотношением:

$$K = \frac{\omega_{ik}^2}{\omega^2} \langle \psi_k | \hat{D}^2 | \psi_i \rangle \cdot t \qquad (10.3.6)$$

в пространственноподобных областях близок к нулю по причине исчезающее малого матричного элемента дипольного момента. Однако, через время $t \sim L/c$ центр тяжести пакета достигнет поглотителя и фотон с большой вероятностью будет поглощен.

## 10.4 Интерпретация экспериментов с двухфотонными состояниями

Рассмотрим двухфотонное состояние. Если фазы фотонов никак не связаны, то и движение фотона "A" не связано с движением фотона "B". В этом случае говорят о факторизованных состояниях. Примером является когерентное поле. Однако, мы можем создать условия, при которых фотоны будут зацеплены между собой. Для этой цели, обычно используют, какой ни будь механизм взаимодействия фотонов в нелинейной среде.

Примером системы, находящейся в зацепленном состоянии, являются два фотона, появившиеся в результате спонтанного параметрического распада фотона накачки, распространяющегося в среде с квадратичной нелинейностью (например, в кристалле $BaB_2O_4$). В этом случае рождаются фотоны, зацепленные как по фазе, так и по поляризации. Образно можно представить эти фотоны зацепленными колесиками (шестеренками).

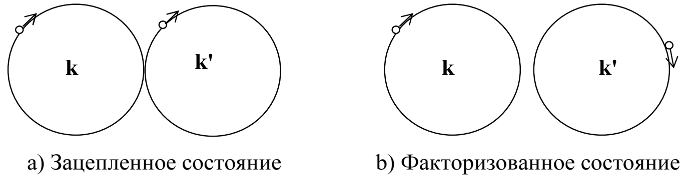



Рис.32

Зацепленные состояния фотонов называют ЭПР парами. Физически зацепленность означает, взаимодействие фотонов в скрытом времени. С точки зрения физика-наблюдателя это взаимодействие выглядит не локально (пространственно подобно) и он обязательно обнаружит нарушение неравенств Белла. С точки зрения объективного метанаблюдателя, способного измерять скрытое время, это обычная причинная связь, и для него неравенства Белла оставались бы справедливы. Однако, такого наблюдателя может просто не существовать. Именно поэтому, наша физика – квантовая.

## 10.5 Эксперимент Hong-Ou-Mandel по двухфотонной интерференции.

Эффект двухфотонной интерференции был продемонстрирован *Hong*, *Ou и Mandel* (HOM) в 1987 году [49]. Интерферометр представляет собой плоскопараллельную пластинку «P», на которой смешиваются две пространственные моды двухфотонного поля.

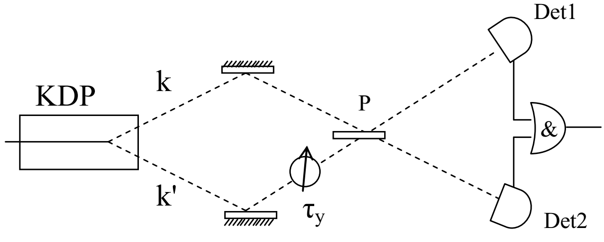


Рис 33.

Двухфотоный свет получали, как описано выше, путем параметрической конверсии с понижением частоты. Зацепленные фотоны в пространственных модах k и k' заводятся на пластинку - сплиттер P (рис.33). В пространственную моду k' введена регулируемая линия задержки т. После сплиттера фотоны попадают на детекторы, соединенные по схеме совпадений. Если проводить аналогию с нашей моделью, то нелинейный кристалл KDP и есть место сцепления фотонных "шестеренок". В рамках квантовой механики эту ситуацию описывают запутанным состоянием $\Psi = U1D2 + U2D1$. Рассматривают амплитуды следующих событий:

$U1$ – верхний фотон отразился и попал в детектор Det1
$D2$ - нижний фотон отразился и попал в детектор Det2
$U2$ - верхний фотон прошел через пластинку и попал в Det2
$D1$ – нижний фотон прошел через пластинку и попал в Det1

Суперпозиция $\psi_r = U_1 D_2$ и $\psi_t = U_2 D_1$ возникает по причине неразличимости этих состояний.

Теперь учтем, что модули амплитуд этих событий равны $\psi_r = \psi_t$, а разность фаз между прошедшей и отраженной волной для сплиттеров без потерь составляет π/2. Именно поэтому наблюдается провал,- тот самый знаменитый («dip»).

$$\psi_t^{\ 2} + i^2 \psi_r^{\ 2} = 0 \qquad (10.5.1)$$

Эффект зацепленности проявляется экспериментально в форме отсутствия интерференционных осцилляций при изменении задержки. Дело в том, что сдвигая фазу в нижнем плече интерферометра, мы автоматически сдвигаем ее и в верхнем,- ведь фотонные "колеса" зацеплены! (рис.32а). В результате - разность фаз остается неизменной и интерференция, согласно (10.5.1) остается деструктивна. То есть фотоны никогда не приходят к детекторам D1 и D2 одновременно. Выше мы подробно рассмотрели физику этого явления с точки зрения субъективной механики.

Очевидно, что эффект двухфотонной интерференции никак не связан с интерференцией полей на пластинке. Действительно, в 1996г *T. B. Pittman* [50] в изящном эксперименте показал, что интерференция наблюдается даже тогда, когда фотоны приходят к пластинке в разное время. Для этого в одном из плеч интерферометра была установлена линия задержки, а компенсирующая линия задержки была установлена перед одним из детекторов.

Понятно, что если бы мы ввели в интерферометр не двухфотонный, а обычный свет (рис.32b) (это можно было бы сделать, если заменить кристалл KDP обычным сплиттером и превратив тем самым интерферометр *Hong-Ou-Mandel* в обычный интерферометр Жамена), то при изменении задержки в $\tau_y$ мы наблюдали бы обычные интерференционные осцилляции, так как фаза волны в моде k оставалась бы постоянной.

### 10.6 Эксперимент Франсона [51]

Схема эксперимента приведена на следующем рисунке:

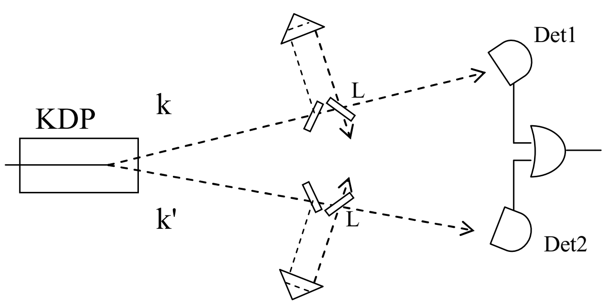



Рис. 34

Фотоны могут пройти прямо к детекторам (короткий путь), либо зайти внутрь "трамбонных" линий задержки (длинный путь). Заметим, что, хотя, эти линии задержки и сами по себе являются интерферометрами, в условиях эксперимента, интерференция на них не наблюдается из-за низкой когерентности света. Дело в том, что при параметрическом рождении пары сохраняется энергия фонов накачки $\mathrm{E} = \mathrm{E}1 + \mathrm{E}2$, но энергия каждого из фотонов совершенно неопределенна.

Рассмотрим следующие амплитуды:

$S1$ – первый фотон прошел по короткому пути (Short)
$S2$ – второй фотон прошел по короткому пути
$L1$ - первый фотон прошел по длинному пути (Long)
$L2$ - второй фотон прошел по длинному пути

Условием интерференции, как обычно, является неразличимость событий.

Неразличимыми событиями здесь являются события, когда оба фотона прошли короткий путь или оба прошли длинный. В противном случае, по относительной задержке мы могли бы отличить какой фотон по какому пути шел. Амплитуды неразличимых событий образуют суперпозицию:

$$\Psi = S1S2 + L1L2 \quad (10.6.1)$$

Учитывая возможность менять фазу волн, идущих по длинным путям, получим:

$$\Psi = S1S2 + L1L2 \cdot exp(i\delta\varphi) \quad (10.6.2)$$

Учитывая так же равенство модулей амплитуд $S1S2$ и $L1L2$, окончательно получим $\Psi = (1 - exp(i\delta\varphi))$; Эта формула описывает 100% контрастную интерференцию. Самое замечательное здесь то, что настройка фазы в линии задержки одного из плеч интерферометра нелокально влияет на поведение фотонов во втором пространственно отделенном плече. Максимуму конструктивной интерференции здесь соответствует коррелированное поведение фотонов: либо оба фотона отражаются от сплиттеров $L$ и покидают установку, либо оба проходят и достигают детекторов. Минимуму интерференции соответствует антикорреляция – если один фотон проходит через сплиттер $L$ и попадает в детектор, то другой обязательно отражается и покидает установку.

В эксперименте *Hong-Ou-Mandel* у нас нет возможности менять фазы фотонов независимо друг от друга,- там они связаны. В случае же эксперимента Франсона мы имеем возможность сдвигать относительную фазу, так как фазовый множитель входит только в одну составляющую суперпозиции.

При достаточно большой разнице задержек в плечах интерферометра – интерференция пропадает, так как в этом случае пути, по которым летят фотоны можно различить по задержке их прихода к детекторам [52]. Однако, если скомпенсировать задержку даже вне интерферометра(!) (скажем перед детектором), то, как наблюдал Pittman в своем знаменитом эксперименте, интерференция вновь появляется. Линия задержки вне интерферометра при этом играет роль квантового ластика "quantum eraser".

Прежде чем перейти к следующему интригующему эксперименту, где было убедительно продемонстрировано, что скорость фотонов может превосходить скорость света в вакууме, обсудим ключевой вопрос:

## 10.7 Почему скорость света постоянна?

Этот вопрос мы формально рассматривали в 9.6. Здесь мы приведем простые примеры, благодаря которым будет внесена окончательная ясность в этот вопрос. Согласно нашей интерпретации, фотон и наблюдатель образуют части одной системы. Зацепленное состояние фотона и наблюдателя в одномерном случае запишем в виде:

$$\Psi = \left[x\right\rangle \left\| x^h \right\rangle\right\rangle \qquad (10.7.1)$$

Здесь $x$ – физическая координата наблюдателя по модулю $\lambda$, а $x^h$ – координата фотона, скрытая от наблюдения, взятая по модулю $L$ (линейные размеры системы). Мы используем обозначения, введенные нами в главе 9. Число состояний наблюдателя и объекта предполагается конечным, поэтому эти состояния образуют конечные циклические группы. Если система последовательно, без пропусков, перебирает скрытые состояния (в данном случае мы говорим о координате $x$), то скорость фотона будет равна некоторой фундаментальной константе «с», равной скорости перехода между ближайшими фундаментальными состояниями $\delta x = c\delta\tau$ .

Здесь $\delta x$– расстояние между двумя ближайшими точками на оси $x$, $\delta\tau$- время перехода между ними. $\delta x$ и $\delta\tau$ - не зависящие от наблюдателя константы, характеризующие фундаментальный детерминированный процесс. Скрытые величины $\delta x \neq 0$ и $\delta\tau \neq 0$ и определены только в метрике объективного наблюдателя. С точки зрения обычного физического наблюдателя они равны нулю. Если фотон делает пропуски по n скрытых состояний, то его скорость будет равна $c^* = nc$. Таким образом, в отличие от общеизвестного представления, у нас ***величина скорости света "с" соответствует минимальной возможной скорости***. Рассматривая частный случай одномерного движения, и, переходя к непрерывному приближению, формулу (10.7.1) запишем в виде:

$$\Psi = \exp(i2\pi x / \lambda)\exp(i2\pi x^h / L) . \qquad (10.7.2)$$

Скрытое движение происходит независимо от наблюдателя с угловой частотой $\omega$, так, что $(2\pi x^h)/L = \omega t$. Здесь $L$- длина петли (проекции - траектории на физическое пространство). Если движение фотона, например, в интерферометре, зацеплено с наблюдателем (подобно двум шестерням), что математически выражается уравнением (10.7.2), то перемещение наблюдателя (его измерительного прибора) на $\lambda$, приведет к изменению фазы фотона на $2\pi$, что соответствует обеганию им петли длиной $L$. Подобно этому, в системе зацепленных шестерней, невозможно прокрутить только одну шестеренку чтобы вторая оставалась неподвижной!. Поэтому, движение наблюдателя приводит к реальному дополнительному движению связанного с ним фотона. И обратно – движение фотона всегда приводит к относительному движению наблюдателя. То есть с точки зрения наблюдателя фаза фотона непрерывно нарастает (фотон всегда находится в движении относительно наблюдателя).

Величина набега фазы за время одного возврата, определяет длину волны света. Отношение величины набега ко времени, за которое этот набег происходит равно скорости света «с».

Рассмотрим для примера кольцевой резонатор длиной $L$, с волной $\lambda = L$, бегущей в одном направлении. Набег за один цикл при этом равен $\lambda = L$ (или 0 по модулю $\lambda$). Скорость фотона в этом предельном случае равна $\mathrm{c} = \lambda/T$. Для второй моды: $2\lambda = L$. В этом случае фотон совершает 2 круга за то же время Т. Набег за один круг $\lambda = L/2$ и скорость фотона равна 2с. Для n-ой моды набег за один круг равен $\lambda = L/n$, а скорость фотона равна nc, где $n = N/N^{Subj}$ - степень субъективного вырождения (N – полное число состояний системы, а $N_{Subj}$ – число состояний наблюдателя.). Дисперсионное соотношение для субъективного наблюдателя будет иметь вид: $\omega_n = knc = k_n c$. Групповая скорость, соответственно $\mathrm{v}_\text{г} = \dfrac{\Delta\omega_n}{\Delta k_n} = c$; То есть групповая скорость света всегда равна "с" вследствие того, что скорость фотона кратна "с".

Итак, на неприличный с точки зрения физики вопрос о том "почему скорость света постоянна?" (второй постулат Эйнштейна) рассматриваемая модель дает простой ответ. Во-первых, заметим, что скорость света постоянна только относительно системы отсчета, связанной с физическим наблюдателем. Относительно любого другого объекта он может двигаться с любой скоростью как больше "с" так и меньше. Это как раз и говорит о том, что:

***Постоянство скорости света может быть связано с зацепленностью фотона и наблюдателя.***

Рассмотрим пакет плоских волн:

$$\psi = \sum \psi_i \exp(k_i x^i) \qquad (10.7.3)$$

Показатель в экспоненте представляет собой инвариант, ибо является скалярным произведением 4-х векторов $k_i x^i = \omega t - k_j x_j$. Это и есть формулировка постоянства скорости света. Отдавая должное изяществу ковариантного метода, отметим, что наш менее формальный путь обнаруживает механизм, возможно, ответственный за постоянство скорости света. Напомним, что в нашей интерпретации уравнение (10.7.3) описывает не пакет волн, а пакет частиц, являющихся эвереттовскими двойниками, где Ψi– число двойников с частотами в интервале $\omega_i$ и $\omega_i$+d$\omega_i$. Если бы мы считали, что это выражение описывает автономный (локальный) волновой процесс не зависимый от нас, то перейдя в систему координат движущегося наблюдателя и воспользовавшись обычными преобразованиями Галлилея $x' = x + vt$; $t' = t$ (если бы мы, конечно, не знали о существовании специальной теории относительности), мы увидели бы, что скорость пакета аддитивно сложится со скоростью наблюдателя. Однако, опыт говорит о другом,- скорость пакета не зависит от скорости наблюдателя. Из создавшегося положения есть два выхода. Первый путь, по которому 100 лет назад пошла физика, это – постулировать постоянство скорости света и подстроить всю остальную физику под этот принцип. Возможность другого менее формального пути связана с предположением об указанной скрытой связи наблюдателя и фотона.

## 10.8 Эксперимент Raymond Y. Chiao и др. по туннелированию фотонов [53]

Идея эксперимента очень проста – используя двухфотонную интерференцию, с высокой точностью измерить относительное время пролета фотонов в плечах интерферометра по положению провала корреляционной функции. Оказывается, что внесение барьера в виде многослойного диэлектрического зеркала в одно из плеч НОМ интерферометра (рис.33) между кристаллом KDP и сплиттером, приводит к уменьшению времени пролета фотона в этом плече по сравнению с другим плечом, где фотон движется в вакууме. Этот эксперимент нам особенно интересен. Он однозначно свидетельствует о том, что скорость движения фотонов в плече с барьером превосходит скорость света[29].

[29] И, тем не менее, даже такая наглядная демонстрация нелокальности формально не нарушает Эйнштейновской причинности. Дело в том, что мировая точка, из которой стартуют фотоны (кристалл KDP) сильно «размазана» во времени и не может считаться четко локализованным событием. То есть мы можем утверждать лишь то, что фотоны вылетели из кристалла одновременно, но не можем указать момент времени, когда это произошло.

В настоящее время нет ясного понимания того, что происходит "в тоннеле" под энергетическим барьером. Это порождает большое количество интерпретаций и разных оценок времени пребывания частицы под барьером. В простейшем случае, для прямоугольного волновода дисперсионное соотношение имеет вид $k_x = \sqrt{\omega^2 / c^2 - 4\pi^2 / a^2}$ , где a – поперечное сечение волновода. Из него следует, что при приближении сверху частоты $\omega$ к значению $2\pi c / a$ длина волны внутри волновода стремится к бесконечности, а при ее превышении становится мнимой. Иногда из этого делают вывод о нулевом времени прохождения барьера. Действительно, время прохождения пакетом волн запредельного волновода равно: $\tau = \int \frac{dk}{d\omega} dx$, но так как действительная часть волнового числа под барьером равна нулю, то и время формально равно нулю. Более реалистические оценки показывают конечное время распространения волны под барьером, но приводят к так называемому эффекту Хартмана [54], согласно которому время пребывания пакета под барьером насыщается с увеличением толщины барьера. Это, в свою очередь, приводит к тому, что начиная с некоторой толщины барьера (длины тоннеля) скорость распространения волн в нем превосходит скорость света в вакууме. Недавно Winful [55] показал, что насыщение времени задержки в тоннеле связано с насыщением плотности квантовых состояний. Такая интерпретация близка нашему пониманию механизма, определяющего скорость фотонов. В модели, которую мы рассматривали в предыдущем параграфе, скорость фотона $c = \delta x / \delta \tau$ определяется его движением по сетке фундаментальных состояний, так, что за каждый промежуток времени $\delta\tau$ происходит переход к следующему состоянию $x + \delta x$. В таком понимании, скорость света определяется плотностью этих состояний, которую, по всей видимости, можно отождествить с плотностью вакуумных состояний. Действительно, если плотность состояний вакуума (число скрытых состояний dx в квантовом состоянии dX) в некоторой области пространства меньше степени вырождения $\rho = dx / dX < \xi$, то скорость фотонов в этой области равна $c^* = \frac{\xi}{\rho} c$. Здесь можно увидеть аналогию с законом Бернулли движения несжимаемой жидкости в сужающейся трубке – чем меньше сечение (плотность состояний) тем выше скорость потока. Многослойные диэлектрические зеркала, запредельные волноводы, призмы с нарушенным полным внутренним отражением и.т.д, - все эти устройства создают пониженную плотность состояний вакуума и приводят к соответствующему увеличению скорости фотонов.

В настоящее время нам не известны какие-либо достоверные факты существования эффектов или явлений, которые бы явно противоречили существующей квантово-релятивистской парадигме. Поэтому, качественная картина субъективной физики, представленная в этой книге, может рассматриваться лишь как попытка осмысления физики, лежащей в основе квантовых явлений. Но возможно, что она послужит и побудительным мотивом к поиску эффектов и явлений не консистентных упомянутой парадигме.

В завершение, рассмотрим мысленный эксперимент, который едва ли может быть осуществлен реально, но, рассматривая который, мы еще раз проанализируем предложенную гипотезу природы света. Наша модель приводит к существованию нелокального эффекта принципиально нового типа. Он не связан с корреляциями, но и не является, строго говоря, энергетическим, ибо энергия переносится на уровне квантовых флуктуаций.

Рассмотрим источник света, находящийся в точке "А", который дает вспышку в момент времени $t_1$. Согласно классической модели, импульс света дойдет до детектора, расположенного на расстоянии $L$ в точке "В" за время $\tau = L/c$. Утверждается, что никаких эффектов обусловленных событием включения источника "А" за времена $t < \tau$ в точке "В" ожидать не следует, ибо это привело бы к нарушению причинности.

Из рассмотренной модели следует, что сразу же после вспышки, между точками "А" и "В" должна возникнуть циркуляция фотонов. Минимальное время задержки равно $1/\omega$. Где $\omega$ – верхнее значение полосы частот излучаемого света. Конечно, вероятность обнаружить фотон в точке "В" сразу после вспышки крайне мала, так как пакет частиц, аналогично волновому пакету, движется со скоростью равной "с". И тем не менее, в отличие от существующей концепции, принципиального запрета зарегистрировать фотон в точке "B" за время $t < \tau$ субъективная физика не накладывает. Это означает, что в принципе возможно создать условия, когда этот эффект будет обнаружим. К сожалению, реализация такого эксперимента сопряжена с трудностями фундаментального характера. Дело в том, что увеличивать мощность в импульсе, используя мощные фемтосекундные лазеры – бессмысленно из-за, упомянутого выше соотношения неопределенностей для числа фотонов и фазы. Действительно, увеличивая число фотонов в импульсе, мы тем самым увеличим и дисперсию числа фотонов, которая будет равна $\sqrt{n}$ и, соответственно сузим ширину пакета.

Предположим, что нам каким-либо образом, все же, удалось обнаружить слабый сигнал в точке "B" сразу же после вспышки лазера в точке "A". Это означало бы не только нарушение принципов СТО, но и не состоятельность рассматриваемой здесь концепции. Основным тезисом субъективной физики является принципиальная необнаружимость прямых свидетельств существования скрытых под покровом неполноты процессов (разновидность космической цензуры). Что же может помешать прямому наблюдению этого эффекта? Очевидно, что для выделения сигнала из под шума вакуумных флуктуаций нам неизбежно понадобится накапливать сигнал, ведь увеличение числа фотонов, как мы показали, ничего не дает. Но накопление сигнала, как известно, равносильно сужению полосы сигнала. То есть время накопления, необходимое для надежной регистрации сигнала, по всей видимости, окажется не меньше времени распространения сигнала $\tau = L/c$. Таким образом, в случае успеха, мы обнаружим новое проявление скрытого механизма распространения света. Будучи обнаружен, этот эффект не будет противоречить СТО, но и не будет объясним с точки зрения традиционной квантовой механики.

## Глава 11. Большой взрыв познания

Разделение между миром  и субъектом (наблюдателем) было одним из главных догматов картезианского научного метода. С появлением квантовой физики, открывшей нелокальные свойства материи, эта точка зрения больше не вызывает доверия.  "История сознания и его место в мире будут непонятны тому, кто предварительно не увидит, что космос, в котором находится человек, благодаря неуязвимой целостности своего ансамбля образует систему, целое и квант",- пишет Тейяр де Шарден".

Девид Бом так же защищает идею эмерджентной целостности [56].

"... Мы отвергли обычное классическое представление о том, что независимые "элементарные" части мира являются фундаментальной реальностью и что все разнообразные системы являются просто особыми случайными формами и соединениями этих частей. Более того, мы заявляем, что нераздельная квантовая взаимосвязь всей Вселенной - это фундаментальная реальность, и что относительно независимые части есть просто особенные и случайные формы внутри этого целого",- пишет Бом. Таким образом, все более определенной становится точка зрения, согласно которой наш физический мир тесно связан с наблюдателем. Д. Дойч не исключает возможности принять эту точку зрения, родственную с солипсизмом, на вооружение, но только в том случае, если теория, основанная на ней, удовлетворит критерию простоты Оккама и обеспечит лучшее объяснение, чем ее более простой конкурент. Субъективная физика, несомненно, проста и обладает огромным объяснительным потенциалом.

Мы показали, что:

- Конечный мир представляется его субъекту - бесконечным
- Конечный мир представляется его субъекту - квантовым.
- Конечный мир представляется его субъекту - релятивистским.
- Конечный мир представляется его субъекту - индетерминированным.

Учитывая, что субъективная реальность - единственная реальность доступная наблюдателю, то, каким этот мир представляется наблюдателю и есть физическая реальность. Мы показали, что физическая неполнота порождает физику весьма похожую на физику нашего мира и у нас есть все основания думать, что это не случайное совпадение.

В последнее время, обсуждение вопросов космологии не обходится без споров по поводу инфляции, размерной редукции и.т.д. Какой механизм ответствен за то, что в какой-то момент эволюции Вселенной часть измерений стали расширяться, тогда, как другие претерпели компактификацию? Какой смысл в компактифицированной метрике? Выше мы пришли к идее размерной редукции, основываясь на новом неожиданном круге идей, связанных с субъективной физической неполнотой. Мы показали, что неполнота, обусловленная самореферентным отношением субъекта в конечном мире, индуцирует специфическую геометрию и топологию пространства состояний сознания, а значит и физического пространства – времени.

Завершая наш рассказ, рассмотрим еще одно фундаментальное физическое следствие нашей модели, связанное с характером обобщенного процесса познания, рассмотренного в главе 5. Если познание понимать, как рост знания, обусловленный извлечением из-под покрова неполноты имплицитной (по Бому) реальности, то это может происходить только непосредственным наращиванием информационных ресурсов субъекта.

Каким образом субъект может получить дополнительную информацию? Единственная возможность – увеличиться в «размере»!

Читатель, возможно, возразит,- ведь количество информации на носителе можно увеличить, не увеличивая его размеры, а увеличив плотность записи информации. Наши компьютеры не раздуваются в размерах, когда мы скачиваем на них видеофильмы из интернета! Однако, как легко заметить, в пределе, когда каждый бит мирового слова кодирует одно фундаментальное состояние мира, только увеличением размера субъекта можно увеличить его информацию (Это следствие того, что объективно, мир максимально сложен см. 5.4). Этим одновременно обосновывается 2-е начало термодинамики – перманентный рост знания увеличивает число состояний субъекта, тем самым, увеличивая число микросостояний, которыми осуществляется его физический мир. Напоминаем, что все это касается только субъекта. Полное же число мировых состояний постоянно. Согласно Бекенштейну, основателю термодинамики черных дыр, число квантовых состояний черной дыры, ограниченной поверхностью горизонта событий площади A подчиняется соотношению:

$$N(A) \sim \exp(Ac^3 / 4\hbar G)$$

Здесь $c$ – скорость света, $h$ – постоянная планка, G – гравитационная постоянная. Если перейти к двоичному базису, то число состояний мира под горизонтом событий можно записать так: $N(A) \sim 2^n$, где n – размерность двоичного пространства. Поэтому, $A \sim n$. Вывод, полученный Бекенштейном, носит гораздо более общий характер и справедлив для любых замкнутых систем. Покажем, что поверхность, ограничивающая объем $L^n$ в единицах $L^{n-1}$, пропорциональна размерности пространства n. Это очевидно из следующего рисунка:

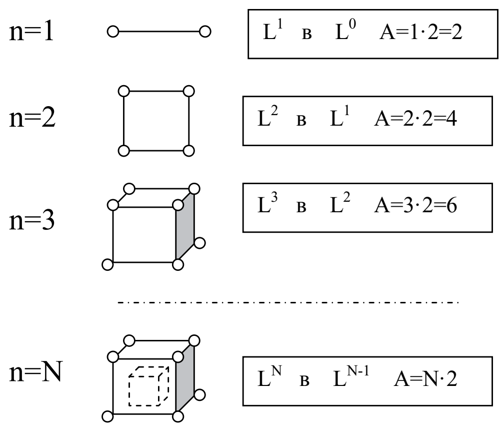



Рис. 35

То есть площадь поверхности конечного двоичного пространства пропорциональна его размерности $A \sim n$. Но размерность двоичного пространства численно равна его информационной емкости. В этом и состоит смысл формулы Бекенштейна.

Вернемся к нашей (n,m)- модели. Увеличение объема априорных понятий субъекта в процессе познания, очевидно, приводит к росту числа физических состояний мира. При этом, имеет место необратимый рост физической энтропии мира. Теперь мы видим, что этот же процесс приводит к инфляции поверхности, охватывающей физический мир. Напомним, что речь идет о процессах, происходящих с точки зрения субъекта. Объективно же мир статичен. Его энтропия и, соответственно, поверхность постоянны.

В контексте нашей модели Большой взрыв, с которым обычно связывают рождение Вселенной, может быть интерпретирован как начало необратимого процесса роста знания субъекта. Фундаментальная асимметрия прошлое – будущее равносильна асимметрии знание – незнание.

## Вместо заключения. Что такое жизнь?

Почему Вселенная такова, какой мы ее наблюдаем? Для ответа на этот вопрос часто привлекают, так называемый антропный принцип, сформулированный Американским астрофизиком Брендоном Картером в 1973г. Он сводится к тому, что сама возможность наблюдать жестко связана с законами природы и будь они хоть немного другими, мы просто не существовали бы. С.Хокинг [58] сформулировал это положение так: мы являемся свидетелями наблюдаемых черт Вселеной, потому что при других ее свойствах развитие Вселенной протекало бы без свидетелей. По сути дела, такой взгляд предполагает, что Вселенная развивается сама по себе, а мы – случайные свидетели, самим своим существованием обязанные сложившимся в определенную эпоху эволюции, благоприятным для возникновения жизни условиям. Антропный принцип, даже в сильной форме[30] – наследие картезианской парадигмы. Он предполагает возможность существования мира без наблюдателя. В нашей концепции наличие в мире наблюдателя это не случай, а закономерность.

В мире всегда есть наблюдатель, ибо мир сам наблюдает себя. И механизм этого наблюдения включает в себя – сознание. Такую формулировку можно назвать сверхсильным антропным принципом.

Из рассматренной в книге модели вытекает еще одно неожиданное следствие. Так как субъект комплементарен дополнительной к нему части мира, то он должен быть свидетелем исключительной согласованности законов природы. В современной науке это понимание отсутствует и потому факт чрезвычайно слаженно работающих законов природы, до деталей "продуманных" механизмов их взаимодействий, воспринимается, как чудо. Ученые физики - космологи говорят о "тонкой подгонке" параметров. А это находится в

[30] Наблюдатели необходимы для привнесения Вселенной в бытие. *(Observers are necessary to bring the Universe into being. Дж. Уиллер.*

опасной близости к концепции примитивного креационизма.

"Не замешан ли человек в проектировании Вселенной более радикальным образом, чем мы думали до сих пор?" – спрашивает Уиллер. Мы показали, что есть серьезные основания думать, что именно глобальный процесс познания определял эволюцию Вселенной в прошлом, и будет определять ее в будущем. Мы показали так же, что говорить о Вселенной вне субъекта бессмысленно. Такого понятия, как Вселенная без субъекта просто не существует. Так, что куда уж более радикально? В отличие от антропного принципа в его слабой и сильной формулировках, в котором субъекту отведена пассивная роль наблюдателя в мировой эволюции, ***сверхсильный антропный принцип провозглашает ключевую роль субъекта в мироздании***.

Отвечая на вопрос "Что такое жизнь?" [59], Шредингер был очень близок к пониманию фундаментальности жизни. Но его негентропийная кинетика была пассивно вложена в абсолютное ньютоновское время. Наше понимание того факта, что познание, являясь неотъемлемым атрибутом живого, порождает само время дополняет картину мира, придает ей логическую цельность.

В целом Мир безвременен и понятия – познания и эволюции для него просто не существуют. Но Мир по какой-то неизвестной нам причине факторизуем. То есть, делим на части, являющиеся его субъектами. Эти части существуют актуально, подобно тому, как существуют сомножители составного числа. И, если объективное вневременное бытие Мировой целостности никак не проявляет себя, то смещение онтологического "фокуса" к субъекту сразу же порождает полный красок и ощущений мир, эволюционирующий во времени, и подчиняющийся известным нам физическим законам. Часть целого, в результате нарушения субъект - объектной симметрии неизбежно становится наблюдателем, приобретая качества, свойственные живому, такие, как саморефлексия, память, бытие во времени, когнитивная активность и др.

Согласно И. Канту ученый не познает природу, а сам конструирует ее законы. Кант пишет "...Наука не вступает в диалог с природой, а навязывает природе свой собственный язык".

Впоследствии эта мысль стала основой радикального конструктивизма. Следуя Канту, Глазерсфельд утверждает: "знание не обретается пассивным образом, оно активно конструируется познающим субъектом" и еще: "…функция познания носит адаптивный характер и служит для организации опытного мира, а не для открытия онтологической реальности". Наш анализ, не ограничиваясь эпистемологией, приводит к еще более радикальным выводам. Сознанием конструируется не только знание (ментальный мир), но и сам физический мир. И, как свод физических законов является знанием, принадлежащим физическому миру, так и сам физический мир, в определенном смысле, является "знанием", принадлежащим вышележащим структурам в иерархии мироздания. Наблюдаемая Вселенная и ее эволюция в прошлые и будущие эпохи является результатом глобального познавательного процесса, идущего во Вселенной. А причиной исследовательской активности мира, задающей вектор познания и космологическую стрелу времени, как мы показали, является сама структура субъект объектных отношений в замкнутом конечном мире. Итак, на вопрос "Что такое жизнь?" мы можем ответить следующим образом: ***Жизнь – это познавательная функция сознания, реализующаяся в иерархической структуре субъективности***.

В рамках сегодняшней научной парадигмы рассмотренный нами подход по понятной причине не лигитимен. Но это вовсе не означает, что субъективная физика находится вне науки. Она находится вне картезианского научного метода, который с момента открытия квантов стал препятствием для нового более глубокого понимания природы. Подобно тому, как организм, защищает себя от вторжения вирусов, наука защищает себя от инородных идей. Особенно стойкий иммунитет у нее к идеям, покушающимся на самое «святое» - научный метод. Субъективная физика относится именно к такого рода идеям, ибо в ее основе лежит сознание наблюдателя. Поэтому, не теша себя иллюзиями относительно ближайшего будущего субъективной физики в науке, положимся на то, что хорошие идеи не пропадают. И, как реки, пробиваясь через ущелья и пороги, находят путь к океану, так и ручейки идей, складываясь, в поток познания, рано или поздно, вольются в океан нашего знания и станут его частью. Станет ли его частью субъективная физика? Время покажет.

Напомню, что мы воспользовались здесь некоей метатеоретической надстройкой над физикой и формализовали понятие наблюдателя. Это позволило нам продемонстрировать субъектино-зависимый характер физических законов и выявить общий принцип их объединяющий. Этим мы достигли цели, сформулированной в начале книги – включили сферу субъективного в структуру нашего знания о мире.

***Литература:***

1.**Андрей Линде**. Лекция, прочитанная на конференции, посвященной 90-летию Джона Уиллера "Science and Ultimate Reality: From Quantum to Cosmos", опубликовано в архиве препринтов*: hep-th/0211048*

2. **Лефевр В.А**. Конфликтующие структуры. Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: Изд-во «Советское радио», 1973.

3. **А.Шопенгауэр**. Смерть и ее отношение к неразрушимости нашего существа. http://lib.ru/FILOSOF/SHOPENGAUER/shopeng1.txt

4. **Фрэнк Дж. Tipler** (1994). Физика бессмертия: Современная космология, Бог и воскресение из мертвых.

5. **А.В. Каминский**. Вариации на тему Эверетта. Квантовая Магия, том 4, вып. 2, стр. 2101-2120, 2007

6.**Гуссерль Эдмунд**. Картезианские размышления; Наука : Ювента, 1998.

7. **Э. Шредингер**. Поиски пути (1925 г.)

8. **А.В. Каминский**. Моделирование физики в условиях неполноты Квантовая Магия, том 1, вып. 3, стр. 3126-3149, 2004

9. **А.В. Каминский**. Анатомия квантовой суперпозиции Квантовая Магия, том 3, вып. 1, стр. 1130-1142, 2006.

10. **А.В. Каминский**.  О скрытой природе спина. Квантовая Магия, том 2, вып. 2, стр. 2114-2131, 2005

11. **А.В. Каминский**. Скрытое пространство время в физике. Квантовая Магия, том 2, вып. 1, стр. 1101-1125 , 2007.

12. **А.В. Каминский**. Космология познания. http://subjphysics.narod.ru/new_page_14.htm

13  **Картер Б.** Совпадение больших чисел и антропологический принцип в космологии // Космология. Теории и наблюдения. М., 1978. С. 369-370.

14. **Менский, М.Б**. Квантовые измерения, феномен жизни и стрела времени УФН, том 177, № 4. Апрель 2007г

15. **Бирюков**. Пафос бесстрастной логики и жар холодных чисел

16. **Курант Р.**, ***Роббинс Г***. Что такое математика?

17.  **Вейль Г.** О философии математики. — М.-Л.: ГТТИ, 1934.

18. **П.К.Рашевский.** О догмате натуральног ряда Успехи математических наук, Т. XXVIII, Вып. 4(172), С-243-246, 1973

**19. Everett H. III**, Rev. Mod. Phys. **29**, 454 (1957).

20. **А.В. Каминский**. Космология познания. http://subjphysics.narod.ru/new_page_14.htm

21. **Л.Ландау и Е.Лифшиц** "Статистическая  физика Москва. 1951г стр.46.

22. **Я.М.Гельфер** История и методология  термодинамики  и статистической физики. Москва, высшая школа 1981г. стр.332.

23**Р.Фейнман** Статистическая механика.  изд. "Мир"  Москва.  1978 стр 53.

24. **М.Гарднер** Математические досуги.-М.: "Мир", 1972,с.458

25.  ***М.Б.Менский.*** Успехи физических наук. «Обзоры актуальных проблем. Квантовая механика: новые эксперименты, новые

приложения и новые формулировки старых вопросов», Июнь 2000 г., Том 170. №6

26. **А.К. Цих**. Многообразие геометрий. Сороссовский образовательный журнал. вып. 2, 1999г. Смотрите так же: http://en.wikipedia.org/wiki/Projective_geometry

27. **Кокстер Г.С.**М. Действительная проективная плоскость. - М:Физматгиз, 1959

28. **D.Hilbert und** S. Cohn-Vossen Anschauliche Geometrie. Berlin Verlag von J. Springer 1932. Перевод: http://math.ru/lib/files/djvu/geometry/kon-fossen.djvu

29. **Arnol'd V. I**. Эргодические и арифметические свойства динамики и орбит геометрической прогрессии. Mosc. Math. J., 5:1 (2005), 5–222.

30. **Картеси Ф.** Введение в конечные геометрии. 1980

31. **London F.Z**. Phys. 37 915 (1926); 40 193 (1927).

32. **Susskind L., Glogower J.** -Physics, 1964, vol 1. P. 49.

33. **Арнольд В. И.** «Математические методы классической механики», из. 5-ое, М.:Едиториал УРСС, 2003, ISBN 5-354-00341-5

34. **А. Ходос**. Теории Калуцы – Клейна. Обзор. УФН, Том 146, вып 4, 1985г

35. **Смирнов В.И.** . Курс высшей математики. т2. стр. 79, изд 10, 1950г.

36. **O' Raifeartaigh L**., Lorentz invariance and internal symmetry, "Phys. Rev.", 1965, v. 139, p. B1052;

37. **Цих А.К** Многообразие геометрий. Соросовский Образовательный Журнал, №2, 1999. 122.

38.**D.Hilbert und S. Cohn-Vossen** Anschauliche Geometrie. Berlin Verlag von J. Springer 1932. Перевод: http://math.ru/lib/files/djvu/geometry/kon-fossen.djvu.

39. **Richard P. Feynman and Steven Weinberg**, *Elementary Particles and the Laws of Physics: the 1986 Dirac Memorial Lectures*, Cambridge U. Press, Cambridge, 1987.

40. John Baez, Michael Ody and Bill Richter, Topological aspects of spin and statistics of solitons in nonlinear sigma-models, *Jour. Math. Phys.* **36** (1995), 108-131.

41. Codimension Two Nonorientable Submanifolds with Nonnegative Curvature

**Yuriko Y. Baldin and Francesco Mercuri**. Proceedings of the American Mathematical Society. Vol. 103, No. 3 (Jul., 1988), pp. 918-920

42. **Колмогоров А. Н.** Основные понятия теории вероятностей. М., ГНТИ, 1936.

43. **Einstein A., Podolsky B., Rosen N**.- Phys. Rev. , 1935, v.47, p.7.

44. **Д.Н. Клышко.** Квантовая оптика: квантовые, классические и метафизические аспекты. **УФН**, т.164, №11, с.1187-1214, 1994 г.

45. **Каминский А.В.** Анатомия квантовой суперпозиции.

46. **Арнольд В.И.** Геометрия комплексных чисел, кватернионов и спинов 2002. 40 с.

47. **P. K. Lam, T. C. Ralph** at al. Noiseless electro-optic processing of optical

48. **R.J. Glauber**, *Phys. Rev.* **131** (1963) 2766.

49. C. K. Hong, Z. Y. Ou, and L. Mandel, Phys. Rev. Lett. 59, 2044 (1987).

50. **T. B. Pittman** at al. Can Two-Photon Interference be Considered the Interference of Two Photons? Phys Rev. V77, n10, 2 september, 1996.

51. **Franson J. D.** 1989 Phys. Rev. Lett. 62 2205

52. **R. P. Feynman, R. B. Leighton, and M. Sands**, The Feynman Lectures on Physics, Vol. III (Addison-Wesley. Publishing Co., Reading, MA, 1965).

53. **Raymond Y. Chiao, Paul G. Kwiat and Aephraim M. Steinberg**. Quantum Nonlocality in Two-Photon Experiments at Berkeley arXiv:quant-ph/9501016 v1 18 Jan 95

54. **T. E. Hartman,** J. Appl. Phys. 33 (1962) 3427.

55. **H. G. Winful,** Phys. Rev. Lett. 91 (2003) 260401; H. G.)

56. A new theory of the relationship of mind and matter . DAVID BOHM ; PHILOSOPHICAL PSYCHOLOGY, VOL. 3, NO. 2, 1990, pp. 271-286.]

57. **Bekenstein**, *J.D. Phys. Rev. 1981, D23, 287.*

58. **Хокинг С**.*// Природа, 1982. N5. стр. 49-56.*

59. **Шредингер Э.** Что такое жизнь? Перев. с англ. Изд. 2. М., Атомиздат, 1972.