

В книге на основе определенного философского подхода и под новым углом зрения рассматриваются: • Специальная относительности. Сущность указанной теории раскрывается с помощью метода моделирования. Это позволяет понять не только действительный смысл преобразований Лоренца, но и решить проблему инертной и тяжелой масс. • Геоны – экзотические объекты, появляющиеся в результате гравитационного взаимодействия безмассовых квантов энергии. Рассматривается возможность гравитационного коллапса одиночных фотонов. • Обсуждаются некоторые необычные свойства многомерных пространств. Показано, почему наше пространство трехмерно и как возможно поместить наблюдаемую Вселенную в «точку». • Выполнено квантование знаменитого гравитационного уравнения Эйнштейна, установлены новые соотношения неопределенностей и следствия из них. • Обсуждается феномен интуитивного мышления, его связь с квантовой механикой и аристотелевой логикой, а также применение принципа дополнительности Бора к иррациональной стороне действительности. Книга адресована физикам, философам, психологам, студентам, аспирантам, ученым – всем, кто интересуется современной наукой.



Александр Климец

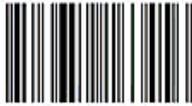
Постигая мироздание

Физико-философские очерки



Александр Климец

Климец Александр Павлович, кандидат философских наук, Брестский технический университет, г.Брест, Беларусь, e-mail: aklimets@rambler.ru



978-3-659-16345-6

Климец



ПОСТИГАЯ МИРОЗДАНИЕ
Физико-философские очерки

А.П. КЛИМЕЦ

aklimets@bk.ru

Оглавление

1 Современный взгляд на специальную теорию относительности (физико-философский анализ)	5
1.1 Философские предпосылки	5
1.2 О световых часах	9
1.3 О пространственно-временных отношениях в теории относительности	13
1.4 Модель специальной теории относительности	19
1.5 Заключение	33
2 Полевая модель инертной и тяжелой массы	39
2.1 Введение	39
2.2 Полевая модель инертной и тяжелой массы	41
2.3 Заключение	50
2.4 Послесловие. Движение и мир света	51
3 Геоны, черные дыры и фундаментальная планковская длина	53
3.1 Введение	53
3.2 Качественный квантово-теоретический анализ образования геонов	53
3.3 Геоны в общей теории относительности	56
3.4 Заключение	61
3.5 Гравитационный коллапс фотонов или завершение фундаментальной физики	64
4 Многомерие	69
4.1 О размерности пространства	69
4.1.1 Введение	69
4.1.2 Модель многомерного пространства	70
4.2 Почему пространство трехмерно	73
4.2.1 Введение	73
4.2.2 Почему пространство трехмерно	74
4.3 Как разместить Вселенную в «точке» (к проблеме сингулярностей)	77
5 К квантовой теории гравитации	80
5.1 Введение	80
5.2 Квантование слабого гравитационного поля	80
5.3 Некоторые результаты, вытекающие из гравитационного соотношения неопределенностей $\Delta r_g \Delta r \geq l_{pl}^2$	86
5.3.1 Оценка выражения для пространственно-временной метрики на планковском уровне	86
5.3.2 Анализ размерностей	87
5.4 О квантовании сильного гравитационного поля	90
5.5 Экспериментальное подтверждение теории	94

6	Наука и иррационализм	97
6.1	О непрерывном логическом мышлении или об интуиции	97
6.2	Наука и иррационализм или обобщенный принцип дополнительности Бора .	111
6.2.1	Введение	111
6.2.2	Принцип дополнительности в квантовой механике	115
6.2.3	Обобщение принципа дополнительности Бора	117
6.2.4	Принцип дополнительности в других областях знания	119
6.2.5	Принцип дополнительности и мистицизм	129
6.2.6	Трагедия Эйнштейна	130
6.2.7	Человек и его психическая структура	132
6.2.8	Дополнительность рационального и иррационального в истории философии	134
6.2.9	Рациональное и иррациональное у Канта и Беркли	139
6.2.10	Человек и техногенное общество	142
6.2.11	Заключение	145
6.2.12	Послесловие	145

Предисловие

*Мирозданье постигая,
Все познай не отбирая:
Что внутри, во внешнем сыщешь;
Что вовне, внутри отыщешь
Так примите ж без оглядки
Мира внятные загадки*

И.В. Гете

Фундаментом современной физической картины мира являются теория относительности и квантовая механика, возникшие в начале XX века. С момента своего появления эти теории вызывали многочисленные дискуссии, не утихающие и сегодня, и среди физиков и среди философов.

Замедление времени, искривление пространства, черные дыры, устройство наблюдаемой Вселенной - все это в компетенции теории относительности. Однако, несмотря на ее многочисленные успехи, многие вопросы так и остались нерешенными. Например, происхождение закона инерции. Почему предметы способны вечно лететь по прямой линии? Ведь свободное движение не имеет никакой видимой причины. Что такое инертная и тяжелая массы? Почему тела «падают»? Как преодолеть силы гравитации и возможно ли это в принципе? Как могла Вселенная возникнуть из «точки» в результате «Большого Взрыва»? Все эти и многие другие вопросы до сих пор волнуют исследователей. Несмотря на всю свою красоту и грандиозность, общая теория относительности дала в руки ученым только более уточненное описание тяготения с помощью понятия «искривленное пространство-время», но не его объяснение и не ответила на поставленные выше вопросы по существу.

Загадочным является и корпускулярно-волновой дуализм квантовой механики, на базе которой построена вся современная теория явлений микромира. Однако, не разобравшись в природе этого феномена невозможно двигаться дальше, например, по пути создания квантовой теории гравитации.

Не менее интересна и проблема трехмерности физического пространства. Почему пространство трехмерно? Существуют ли пространства большего числа измерений, как совместить их с наблюдаемым трехмерным пространством и что из этого следует?

Все это и многое другое является предметом нашего рассмотрения. При обсуждении указанных физических проблем для выявления истины мы используем определенный философский принцип - принцип материальности. Звучит он так: «В наблюдаемом физическом мире нет ничего, кроме вечно движущейся материи». Однако этот философский принцип не просто знание, а знание в действии, его нужно уметь применять и правильно использовать при теоретическом осмыслении действительности, при упорядочении научных абстракций и приведении их в соответствие с многообразными объективными связями и отношениями. Последовательное проведение этого принципа позволяет не только выявить объективные закономерности, присущие природе, но и раскрыть материальное основание идей, или материальные корни абстракций. Он выступает главным теоретическим

каналом, позволяющим привести научное знание в точное соответствие с отображаемой в нем объективной реальностью.

Таким образом, для познания физической истины нами привлекается философия, но не просто как сумма «физика плюс философия», а скорее как симбиоз физических и философских знаний, их взаимопереплетение.

Одна из основных функций философии - это преодоление противоречия между ограниченностью опыта и создаваемыми на его основе теориями и определение целей научного познания. Чем более общий и абстрактный характер имеет теория, чем более она удалена от опыта, тем большую роль в ее создании играют философские соображения.

Однако физика относится к философии предвзято и иногда даже пренебрежительно. Действительно, на первый взгляд она кажется чем-то внешним по отношению к науке, не более чем родом дилетантизма. Но на поверку оказывается, что дело обстоит далеко не так и философия заключает в себе нечто фундаментальное. Но если кто-либо попытается отыскать прямую зависимость физических теорий от философских систем, то он потерпит неудачу. Философские системы не оказывают непосредственного влияния на создание физических теорий. Для того, чтобы это влияние оказалось возможным, общеполитические принципы должны быть конкретизированы, переведены на язык данной физической теории.

Например, принцип материальности в своей общей формулировке, без дальнейшей конкретизации, не может быть включен в структуру физического познания. Чтобы включить его в свои рассуждения, физика должна сформулировать его в терминах своего языка. Лишь принимая в расчет конкретизированные формы философских идей, можно прийти к выводу, что философия пронизывает собой физическое познание. В противном случае она будет выглядеть лишь как общий культурный фон, влияние которого на научное познание носит косвенный и весьма отдаленный характер. Поскольку философия влияет на науку в форме конкретизированных философских принципов, следует сделать вывод, что для данной физической теории требуются строго определенные философские предпосылки. При рассмотрении физических теорий мы используем не только принцип материальности, но и принцип конкретности истины, принцип наблюдаемости, принцип дополнительности и др. и на этой основе даются интерпретации тех или иных физических теорий.

Каждый философ, придерживающийся определенного философского направления, может считать, что его интерпретация той или иной физической теории самая лучшая, однако это не означает, что все интерпретации равноправны. Многообразие интерпретаций не упраздняет понятие истины и мы можем говорить как об истинных, так и о ложных интерпретациях теории. Истинность интерпретации может быть установлена не тогда, когда интерпретируемая теория берется в статике, а тогда, когда она будет сопоставлена с развивающейся теорией. При чтении статей, собранных в этой книге, необходимо об этом помнить

Глава 1

Современный взгляд на специальную теорию относительности (физико-философский анализ)

Сова Минервы вылетает в сумерки

1.1 Философские предпосылки

Самой абстрактной из всех абстракций в системе современного теоретического знания выступает понятие «отношение», являющееся основополагающим во всех естественных науках, связанных с математикой, и в самих математических дисциплинах. Между тем данное понятие, как ни странно, не было подвергнуто методологическому анализу даже в релятивистской теории, где понятие «отношение» положено в само название теории относительности. Странная, скажем прямо, ситуация для науки: объявляют принцип относительности исходным, возводят в ранг критерия применительно ко всем остальным следствиям, но не задаются главным, коренным вопросом, что же такое относительность как ипостась реальности и что такое образующие ее отношения как объективная действительность. Другими словами, наука довольствуется чистой абстракцией «отношение». Между тем относительность - всеобщее универсальное свойство материального мира, происходящее из его всеединства. В данном случае относительность выступает как всеобщее и неотъемлемое свойство ее природы, поскольку каждое из конечных проявлений находится в неисчерпаемых отношениях со всеми остальными. Однако в реальных познавательных ситуациях относительность изучается, как правило, не в качестве всеобщего и универсального свойства (такая задача, да и то отчасти, стоит только перед философией), а в виде совершенно определенных отношений между определенными вещами или же элементами, организованными в целостную систему. В таком случае об относительности говорят, во-первых, в смысле конкретных отношений, свойственных тому или иному явлению, а, во-вторых, в смысле относимости (отнесенности) определенных свойств, характеристик, параметров и т.д. к одному или ко всем элементам, находящимся в данном отношении. В бесконечной развивающейся Вселенной относительность проявляется в форме многообразных материальных отношений (физических, космических, химических, биологических, информационно-сигнальных и др.). И именно космическое видение предмета исследования позволяет понять конкретность отношений в том реальном виде, в каком они проявляются в природе. При познании объективных природных отношений необходимо учитывать ряд моментов. Прежде всего укажем на неисчерпаемость тех отношений, в которые может вступать любая материальная вещь. По существу любой объект – песчинка, молекула,

атом – находится во множестве отношений со всем бесконечным многообразием материального мира. В ходе познания неизбежно приходится отвлекаться от бесконечного многообразия этих отношений, вычлняя отдельные из них и сосредоточивая на них внимание. Отношения носят конкретный характер. Принцип конкретности истины позволяет четко определить, о каких именно отношениях идет речь в каждом отдельном случае. «Отношений вообще» не существует. Это либо материальные, либо идеальные отношения. В свою очередь, они могут быть подразделены на: 1) изолированные и взаимосвязанные; 2) внешние и внутренние; 3) двучленные и многочленные; 4) прерывные и непрерывные и т.д. В зависимости от конкретного характера отношение может принимать то или иное (подчас прямо противоположное) значение. Например, детский воздушный шарик больше бильярдного по объему, но меньше по весу; Солнце больше Луны по массе, но угол, под которым оно наблюдается с Земли, меньше (поэтому и возможны солнечные затмения). Наконец, об отношениях и результатах конкретных отношений судят, как правило, по тем субъектам, вещам, элементам, которые в данном отношении находятся. А между тем отношения не изменяют самого субъекта отношений, хотя, разумеется, обуславливают его свойства, функции или же деятельность (если речь идет о человеке). Так, один и тот же мужчина может на протяжении своей жизни последовательно, а подчас и одновременно находиться в различных родственных отношениях: сначала он сын, брат, племянник, в дальнейшем – муж, зять, отец, дедушка. На данный аспект обращал внимание еще Лейбниц: *«Может произойти перемена отношения без всякой перемены в субъекте. Тиций, являющийся сегодня отцом, перестает им быть завтра без всякой перемены в нем только потому, что его сын умер»*. Понятно, что изменение родственных отношений не изменяет внешнего облика их носителя (естественное старение здесь, разумеется, ни при чем), хотя и накладывает на человека определенные обязанности, которые в конечном счете обуславливают его конкретные действия. Но подобное отношение, при котором субъекты (или образующие его элементы, если имеется в виду неживая или досоциальная природа) вступают во взаимодействие, является уже связью. Таким образом, абстрактных отношений, *«отношений вообще»* (то есть ни к чему не относящихся) в материальной действительности не существует. Бессмысленность и абсурдность отрыва отношений от своих носителей и тех объективных реалий, которые они соединяют, наглядно обнаруживаются на примере грамматики. Так, предлог как вспомогательная часть речи служит для обозначения отношений одних слов к другим. Конкретный смысл в словосочетаниях или предложениях предлоги обретают лишь в контексте тех слов, которые с их помощью соединяются. По одним предлогам («на», «в», «от», «из», «к», «у» и т.д.) без связуемых невозможно понять, о чем пойдет речь в предложении, для этого необходимо обратиться к реальному тексту. Точно так же и с релятивистскими математическими отношениями: нам как бы предлагается текст, состоящий из одних предлогов. Ограничиваться этим просто недостаточно – необходимо сделать следующий шаг: перейти от отношений к их носителям и тем реалиям, которые ими соединены или соподчинены. Необходимое условие конкретного (а следовательно, правильного) понимания отношений – различение отношений внешних и внутренних. Существующее между ними различие имеет исключительно важное значение, ибо закономерности, присущие внешним отношениям, отнюдь не тождественны закономерностям, характеризующим отношения внутренние. Если элементы, образующие внешние, изолированные отношения, не зависят друг от друга, то элементы внутренних отношений связаны между собой в рамках определенной системы. Любые внешние отношения могут считаться таковыми только до известного предела; всегда имеется определенная система, по отношению к которой они выступают уже как внутренние. Предельно общей системой для всех объективно реальных отношений является Вселенная как единое целое. Собственно говоря, в виде самостоятельных внешних отношений они способны функционировать лишь до тех пор, пока не подвергаются воздействию со

стороны более общей системы. Так, Солнце и вращающиеся вокруг него планеты являются более общей системой по отношению ко всему, что связано с Землей (включая и человеческое общество). Поэтому внезапная гибель Солнца и распад Солнечной системы привели бы к уничтожению всех имевшихся в рамках существовавшей системы внешних (то есть не связанных между собой) отношений, которые в данном предельном случае проявляли бы себя уже как внутренние (то есть неразрывно связанные с целостной системой). Итак, проблема заключается в следующем: представляют ли собой отношения нечто единообразное, монотонное и настолько очевидное, что над ними вовсе не стоит ломать голову. Или же, напротив, они далеко не бескачественны, не бестелесны и не бесструктурны, им присущи характерные особенности, и, как все в объективном мире, отношения подчиняются определенным закономерностям, находящимся, в свою очередь, в неразрывной взаимосвязи с другими природными законами. Ведь зачастую специфика и многообразие отношений нивелируются; даже если и делается различие между внешними и внутренними отношениями, то закономерности, отличающие их друг от друга, отождествляются. Случается, что один из видов отношений возводится в ранг универсальности, абсолютизируется, а свойства, характеризующие конкретную определенность отношений (то есть их конкретное основание), переносятся на все многообразие отношений, составляющих данное явление. В действительности же отношения одного типа далеко не в каждом случае оказывают непосредственное влияние на отношения другого типа, отличного от первого по конкретному основанию. Подобная абсолютизация и нивелировка заходят еще дальше: отношения, представляющие собой сосуществование определенных элементов, отождествляются с самостоятельным существованием самих элементов или образуемой ими системы. Нетрудно понять, почему происходит такое отождествление. Поскольку об отношениях обычно судят по соотносящимся субъектам, вещам, элементам и т.п., постольку и понятия, обозначающие конкретные отношения, подчас невольно переносят на сами эти вещи, элементы, на самих субъектов. Называя человека чьим-то братом, как бы персонифицируют понятие данного родственного отношения, переносят его на само лицо, отождествляя с конкретным индивидом, хотя понятие «брат» не означает ничего, кроме соответствующего родственного отношения, и ни у кого на лице не написано, что он (она) чей-то (чья-то) брат (сестра). При этом конкретный анализ конкретной ситуации не просто указывает на материальную основу объективных отношений (это первый, но не единственный шаг в процессе познания). Он помогает установить также и конкретный характер данных отношений. Например, большинство физических закономерностей получает строгое математическое описание и выражается в виде разнообразных формул. Любая такая формула сама по себе есть определенное математическое соотношение, элементы которого находятся во внешней количественной взаимозависимости. Подобная структура формулы всего лишь результат знакового выражения, в то время как сами объективные отношения, описываемые формулами, могут быть не только внешними, но и внутренними. В свою очередь, проекция абстрактно-математического описания (формулы) на природную действительность помогает точно установить конкретный характер объективных отношений, отображенных в той или иной формуле. Так, большинство химических формул описывает либо внутреннюю структуру вещества, либо внутренние отношения в процессе химических реакций. А многие физические формулы, описывая внешние отношения между природными процессами и явлениями, вместе с тем раскрывают и внутреннюю закономерную связь. Например, закон Кулона (и соответствующая ему формула) фиксирует не только внешнее отношение между двумя покоящимися электромагнитными зарядами, но и силу данного взаимодействия. Характерная особенность абстрактного мышления (как и художественного) состоит в том, что оно может свободно манипулировать понятиями (и представлениями), способно конструировать из них «сцепления» любой степени сложности. Но от игры нашей мысли, воображения и фантазии материальная действительность

не меняется. Она действует по собственным законам, а не по произволу мышления. Поэтому при обосновании понятий, разработке теории или получении новых выводов задача науки – не произвольно интерпретировать концептуальные результаты, а объяснять их в строгом соответствии с отображенными в них сторонами, отношениями, законами материального мира и закономерностями самого процесса познания. Так, понятия, образующие математическую формулу (как об этом уже говорилось выше), находятся между собой в «жестких» отношениях в составе конкретной формулы и отображают столь же конкретные отношения (или законы как устойчивые, повторяющиеся, необходимые связи и отношения) материального мира. Исходя из всего вышесказанного, уместно суммировать закономерности объективных отношений, играющих непреходящую роль в осмыслении космоса, всех природных и социальных явлений, а также в любой из фундаментальных или частных наук, логике, методологии и теории познаний.

- Отношение представляет собой сосуществование конечных материальных или идеальных элементов. И те, и другие подразделяются на внешние и внутренние.
- Элементы, находящиеся во внешнем отношении, не зависят друг от друга.
- Элементы внутренних отношений связаны друг с другом в рамках определенной системы.
- Внутренние отношения, составляющие определенную целостность, будучи абстрагированными от данной целостности, могут рассматриваться по отношению друг к другу как внешние.
- Если элементы, находящиеся во внешнем отношении, начинают взаимодействовать, то они образуют систему и преобразовываются во внутренние отношения.
- Для любой системы внешних отношений можно отыскать другую систему, по отношению к которой они будут выступать как внутренние.
- Общей системой для всех объективно-реальных отношений является Вселенная как единое целое.
- Особым типом отношения между материальным (первичным) и идеальным (вторичным) является психическое отражение. Мысленные отношения представляют собой образы (схемы, модели, матрицы) отношений объективной действительности (включая и отношение к ней познающего и преобразующего субъекта). Идеальные отношения отображают материальные опосредованно, а будучи оторванными от последних – искаженно.
- Отношения между идеальными элементами – и внутренние (в процессе индивидуального мышления), и внешние (при обмене информацией или в процессе коллективного мышления) – складываются свободно, но истинность полученных выводов (а также истинность и правильная упорядоченность знания, участвующего в мыслительных актах) полностью зависит от их соответствия объективной действительности.
- Элементы материальных отношений (внешних и внутренних) выступают в виде определенного субстрата. Результат соотнесения (сопоставления, сравнения) различных субстратов и представляет собой отношение. Без субстрата нет отношения.
- Материальный субстрат не тождественен отношениям, в которых он находится. Само отношение (как результат сопоставления материальных элементов) носит объективно-реальный характер, но не имеет собственной субстратной формы, отдельной от элементов отношения.

- Отношение (результат сопоставления) двух материальных элементов (субстратов) не тождественно отношению трех и более элементов. И наоборот.
- Отношение конкретно: как не существует отношения без образующих его элементов, так и не существует отношения без определенного признака, по которому соотносятся элементы.
- Изменение отношения по одному признаку не обязательно ведет к изменению по другим признакам.
- Изменение субстрата элементов, находящихся во внешнем отношении, изменяет само отношение. Изменения в отношениях элементов не влияют непосредственно на материальный субстрат.
- Внутренние отношения целостной системы непосредственно обуславливают ее структуру и состояние. Изменение внутренних отношений системы приводит к изменению самой системы и влияет на внешние отношения, в которых она находится. Изолированные внешние отношения системы не влияют на ее внутренние отношения.

В отличие от конкретного подхода к сути объективных отношений в релятивистской теории и всех ее интерпретациях абстрактностью заражено не только представление о самих отношениях, но и о носителях таких отношений. Поскольку нет и не может быть отношений без того, что относится, постольку в каждом конкретном случае необходимо указывать на ту физическую (или иную) реальность, которая находится в тех или иных отношениях [1].

1.2 О световых часах

Рассмотрим так называемые «световые часы» (рис.1.1), т.е. систему из двух зеркал A и B , между которыми путь туда и обратно световой сигнал пробегает за время t_0 . Тогда расстояние между зеркалами A и B равно $l_0 = ct_0/2$.

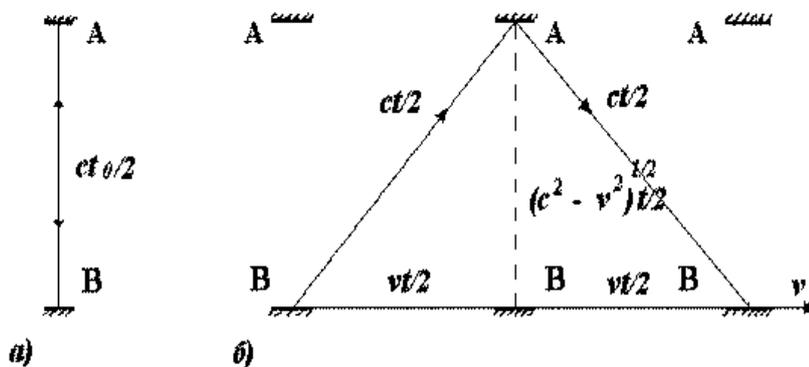


Рис. 1.1: Световые часы

Пока «световые часы» покоятся относительно неподвижного наблюдателя, скорость движения светового сигнала между зеркалами равна c . Приведем эту систему зеркал в движение со скоростью v . Нетрудно видеть, что кажущаяся, «поперечная», скорость света между зеркалами A и B равна $c' = \sqrt{c^2 - v^2}$. Теперь наклоним систему из двух зеркал под углом α и приведем ее в движение со скоростью v (рис.1.2).

Получим

$$\left(\frac{ct}{2}\right)^2 = \left(\frac{c't}{2}\right)^2 + \left(\frac{vt}{2}\right)^2 - 2\left(\frac{c't}{2}\right)\left(\frac{vt}{2}\right)\cos\alpha$$

Отсюда

$$(c')^2 - 2c'v\cos\alpha - (c^2 - v^2) = 0$$

Решая это квадратное уравнение относительно c' , получаем

$$c' = v\cos\alpha \pm (v^2\cos^2\alpha + c^2 - v^2)^{1/2} \quad (1.1)$$

Нетрудно видеть, что если $\alpha = 90^\circ$, то $c' = \sqrt{c^2 - v^2}$ (так называемая «поперечная» компонента скорости света, которую мы получили выше); при $\alpha = 0^\circ$ имеем $c' = c - v$ (световой сигнал распространяется по направлению движения «световых часов»); либо $c' = c + v$ (световой сигнал распространяется против направления движения «световых часов»).

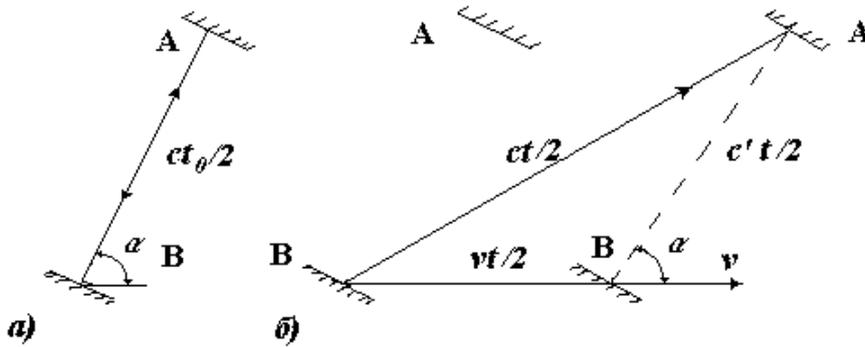


Рис. 1.2: Световые часы

Все вышеизложенное не противоречит постулату специальной теории относительности о постоянстве скорости света, так как она постоянна только в инерциальных системах отсчета при измерении по собственным масштабам пространства и времени. Скорость c' есть скорость света в одной (движущейся) инерциальной системе отсчета, измеренная по масштабам пространства и времени другой (неподвижной) инерциальной системы отсчета. В покоящейся системе отсчета все часы синхронизованы и все масштабы одинаковы, поэтому скорости в ней складываются, как в классической кинематике. Скорость светового луча между движущимися зеркалами A и B , наблюдаемая из покоящейся системы отсчета и равная $c + v$ или $c - v$, не есть скорость сигнала в этой системе отсчета.

Оказывается, в качестве таких «световых часов» мы можем использовать природные объекты, например, мезоны. Действительно, согласно современным представлениям, мезоны состоят из двух кварков, которые взаимодействуют между собой безмассовыми глюонами, аналогами световых сигналов. Аналогом зеркал являются кварки (рис.1.3).

Очевидно, что самопроизвольный распад мезонов не состоится, если структурные элементы мезона не «узнают» об этом, т.е. не обмениваются сигналами распада (например, глюонными сигналами от кварка A к кварку B и обратно к кварку A), при условии всевозможных законов сохранения. Вероятность обмена такими сигналами подчиняется квантовомеханическим закономерностям. Аналогичным образом мы предполагаем, что и все остальные элементарные частицы являются структурными образованиями, элементы структуры которых существуют как целое благодаря взаимодействиям с помощью фундаментальных сигналов. Из соотношения (1.1) можно сделать ошибочный вывод, что время

обмена такими сигналами будет существенно зависеть от пространственной ориентации мезона по отношению к направлению движения. Однако это неверно!

Мюоны (мю-мезоны) - частицы, которые в среднем через $2,2 \cdot 10^{-6}$ с самопроизвольно распадаются. Поэтому можно предположить, что они тоже обладают внутренней структурой (пока не выявленной). Мюоны приходят на Землю с космическими лучами. Часть космических мюонов распадается еще на большой высоте, а остальные - только после того, как остановятся в веществе. Ясно, что при таком кратком времени жизни мюон не может пройти больше 600 метров, даже если он будет двигаться со скоростью света. Но хотя мюоны возникают на верхних границах атмосферы, примерно на высоте 10 км и выше, их все таки обнаруживают в земных лабораториях среди космических лучей. Как это может быть? Согласно специальной теории относительности, ответ состоит в том, что разные мюоны летят с различными скоростями, иногда довольно близкими к скорости света. С их собственной точки зрения они «живут» всего лишь около 2 мкс, с нашей же их время распада большее, достаточное, чтобы достигнуть поверхности Земли. Их жизнь удлиняется в $c/c' = c/(c^2 - v^2)^{1/2}$ раз независимо от пространственной ориентации мюонов. Почему же пространственная ориентация мюона по отношению к направлению его движения не влияет на время распада? Ведь согласно (1.1), скорость c' , определяющая это время, является функцией угла α .

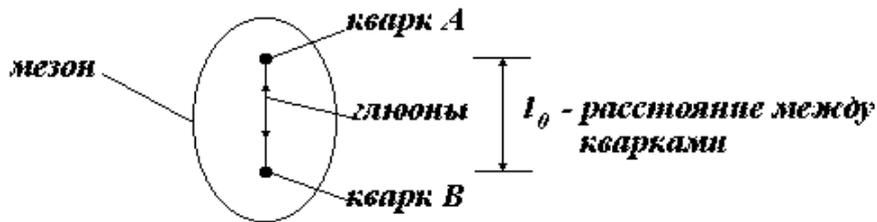


Рис. 1.3: Мезон

Причина подобного положения заключается в том, что с точки зрения покоящегося наблюдателя длина мюона (или длина движущихся «световых часов») в продольном направлении движения не равна длине l_0 в связи с релятивистским сокращением продольной длины. Эта длина также является функцией угла α . Наблюдаемая продольная длина мюона ($\alpha = 0^\circ$), согласно СТО, имеет вид

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

где l_0 - длина объекта в покоящейся системе отсчета. Действительно, промежуток времени между двумя событиями в собственной системе отсчета - отправкой и возвращением светового сигнала $t_0 = 2l_0/c$. Относительно покоящейся системы отсчета он равен

$$t = \frac{2l_0}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

если «световые часы» расположены перпендикулярно направлению их движения ($\alpha = 90^\circ$). При этом $l = l_0$. С другой стороны, если движущиеся «световые часы» расположены в продольном направлении ($\alpha = 0^\circ$), то

$$t = \frac{l}{c - v} + \frac{l}{c + v}$$

где l - такое расстояние между зеркалами в продольном направлении, какой ее воспринимает наблюдатель в покоящейся системе отсчета, а два слагаемых - соответственно времена движения светового сигнала от точки A (имеющей в покоящейся системе отсчета скорость v) до точки B (также движущейся со скоростью v) и обратно. Из равенства

$$\frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l_0}{\sqrt{c^2-v^2}}$$

находим

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Таким образом, длительность временного процесса в «световых часах» или в мюонах с точки зрения условно-неподвижного наблюдателя не зависит от их пространственной ориентации и в конечном счете определяется только выражением

$$t = \frac{2l_0}{\sqrt{c^2-v^2}} = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Цель этого параграфа - методологическая. Дело в том, что в современной литературе по физике пространство и время (особенно в специальной и общей теориях относительности) преподносятся как некие самостоятельные сущности, в отрыве от материи. Например, время само по себе может «растягиваться», пространство «искривляться» и т.д.

В [2] читаем: *«Может возникнуть подозрение, что взаимное замедление хода часов есть следствие необычной конструкции наших часов. Но если бы мы пользовались не световыми часами, а кварцевыми (или любыми другими точными и надежными хронометрами), то все равно бы обнаружили точно такое же взаимное замедление хода часов. Чтобы удостовериться в этом, допустим, что кварцевые часы стоят рядом с вашими световыми, а скорость их хода согласно вашим наблюдениям одинакова. Кроме того, представим себе, что "циферблат" ваших световых часов наложен и совмещен с циферблатом кварцевых так, чтобы их секундные стрелки все время совпадали. Следовательно, когда я буду смотреть на эти часы, я тоже обнаружу, что их секундные "стрелки" все время совпадают. Таким образом, если ваши световые часы, по моим наблюдениям, отстают, то точно так же должны отставать и ваши кварцевые часы. Поскольку подобный способ рассуждений применим и ко всем остальным типам точных хронометров, то не остается ничего иного, как допустить, что мы столкнулись здесь не с какими-то характерными особенностями поведения часов, а с **неизвестным нам свойством самого времени как такового**, (выделено мной - А.К.). Оно и называется замедлением времени.»*

Здесь нужно возразить, что времени, как такового, как отдельной самостоятельной сущности, в природе не существует. Есть длительность отдельных конкретных процессов. Поэтому мы должны отыскать истинную причину отставания всех часов, а не только световых. Истинная причина отставания часов любой конструкции заключается в том, что на микроуровне любые часы являются структурными образованиями, состоящими из элементов, связанных между собой взаимодействиями с помощью фундаментальных (безмассовых) сигналов. Уже каждые два взаимодействующих элемента структуры представляют собой не что иное, как микроаналог световых часов, рассмотренных нами выше. Именно поэтому создается иллюзия о времени как таковом и о его замедлении «вообще» во всех движущихся системах отсчета.

Далее там же в [2] читаем: *«Мюонный эксперимент многогранен. Он подтверждает целых три предсказания теории относительности: замедление хода времени, сокращение длин и сходное релятивистское поведение часов всех типов. Он, кроме того, продемонстри-*

ровал применимость теории относительности к явлению распада мюонов, не относящихся по своей сути ни к механике, ни к электромагнетизму.»]

Замедление времени распада мюонов служит как бы подтверждением отрыва понятия «время» от его конкретных материальных носителей. Даже Р.Фейнман, обсуждая этот опыт, вынужден был признать, что «Нам остается только сказать, что само время в определенном смысле кажется замедленным» [3]. Мы же показали, что на самом деле такого отрыва понятия «время» от его материальных носителей при распаде элементарных частиц не существует. Для этого достаточно предположить наличие структуры у микрообъектов, взаимодействующей при помощи фундаментальных (безмассовых) сигналов. Именно фундаментальные сигналы и наблюдаемая (кажущаяся) скорость их движения c' между элементами структуры элементарных частиц в той или иной системе отсчета определяют время их распада.

1.3 О пространственно-временных отношениях в теории относительности

«В наше время физик вынужден заниматься философскими проблемами в гораздо большей степени, чем это приходилось делать физикам предыдущих поколений. К этому физиков вынуждают трудности их собственной науки»

А. Эйнштейн

Физик может не быть философом, когда теория уже создана и есть готовая техника для расчета явлений. Тогда легко забыть о философских началах, потребовавшихся для создания теории, о ее метафизических предпосылках, которые к тому же не доступны никаким наблюдениям. Однако в переломные периоды развития физики, при формировании новой парадигмы философский анализ играет ключевую роль. Только изменив взгляд на мир и средства его познания, физик может по-новому переосмыслить известные факты и вывести науку на более высокий уровень.

Энциклопедия «Физика»

Философское значение теории относительности признается почти всеми. Это обусловлено прежде всего ее непосредственным отношением к ряду философских категорий: материя и движение, пространство и время и др. Разногласия начинаются с вопроса о том, подкрепляет или отрицает эта теория определенные философские концепции или какие видоизменения она в них вносит.

Зададим следующий вопрос: все ли в мире относительно? Ответ будет следующим: в материальном мире все относительно, кроме самого мира, который не находится во внешнем отношении с чем бы то ни было, представляя, однако, неисчерпаемое многообразие внутренних отношений.

В данном случае относительность изучается, как правило, не в качестве всеобщего универсального свойства (такая задача, да и то отчасти, стоит только перед философией), а в виде совершенно определенных отношений между определенными вещами или же элементами, организованными в целостную систему. В таком случае об относительности говорят, во-первых, в смысле конкретных отношений, а во-вторых, в смысле относимости (отнесенности) определенных свойств, характеристик, параметров и т.д. к одному или всем элементам, находящимся в данном отношении.

При познании объективных природных отношений необходимо учитывать ряд моментов. Прежде всего, нужно иметь в виду неисчерпаемость тех отношений, в которые может

вступать любая материальная вещь. В ходе познания неизбежно приходится отвлекаться от бесконечного многообразия этих отношений, вычлняя отдельные из них. Далее. Отношения носят конкретный характер. Принцип конкретности истины позволяет четко определить, о каких отношениях идет речь в каждом отдельном случае. «Отношений вообще» не существует. Это либо материальные, либо идеальные отношения. В свою очередь они подразделяются на : 1. изолированные и взаимосвязанные; 2. внешние и внутренние; 3. двучленные и многочленные; 4. прерывные и непрерывные и т.д.

Наконец, об отношениях и результатах конкретных отношений судят по тем вещам и элементам, которые в данном отношении находятся. Отношения, при котором объекты вступают во взаимодействие, является уже связью. Понятия «отношение» и «связь» нередко употребляются как синонимы, для чего имеются определенные объективные основания. Связь - это всегда отношение, но не всякое отношение реализуется в виде связи. Связь возникает в том случае, если действие определенного объекта приводит к ответному действию со стороны других объектов. В отличие от связи «отношение» - более общее понятие и означает сосуществование конечных материальных объектов, событий, процессов. Естественно, что абстрактных отношений, «отношений вообще» (т.е. ни к чему ни относящихся) в материальной действительности не существует.

Необходимое условие конкретного понимания отношений - различие отношений внешних и внутренних. Существующее между ними различие имеет исключительно важное значение, т.к. закономерности, присущие внешним отношениям не тождественны закономерностям, характеризующим отношения внутренние. Если элементы, образующие внешние, изолированные отношения, не зависят друг от друга, то элементы внутренних отношений связаны между собой в рамках определенной системы. Однако любые внешние отношения могут считаться таковыми только до известного предела: всегда имеется определенная система, по отношению к которой они выступают уже как внутренние. Предельно общей системой для всех объективно-реальных отношений является материальный мир, как единое целое. В виде самостоятельных внешних отношений они способны функционировать лишь до тех пор, пока не подвергаются воздействию со стороны более общей системы. И, наконец, еще один вывод, вытекающий из диалектического понимания взаимосвязи между внешними и внутренними отношениями: если элементы, находящиеся во внешнем отношении друг к другу, начинают взаимодействовать, то они образуют целостную систему и вступают во внутренние отношения.

Таковы некоторые из особенностей, присущих материальным отношениям, а также их специфическому преломлению в форме идеальных мыслительных отношений.

Существо проблемы состоит в следующем: представляют ли отношения нечто единоеобразное и настолько очевидно, что над ними вовсе не стоит ломать голову, или же, напротив, им присущи характерные особенности, и, как все в материальном мире, отношения подчиняются определенным закономерностям. Ведь зачастую специфика и многообразие отношений нивелируются; даже если и делается различие между внешними и внутренними отношениями, то закономерности, отличающие их друг от друга, отождествляются. Случается, что один из видов отношений возводится в ранг универсальности, абсолютизируется, а свойства, характеризующие конкретную определенность отношений (т.е. их конкретное основание) переносятся на все многообразие отношений, составляющих данное явление. В действительности же отношения одного типа далеко не в каждом случае оказывают непосредственное влияние на отношения другого типа, отличного от первого по конкретному основанию. Подобная абсолютизация и нивелировка заходят еще дальше: отношения, представляющие собой сосуществование определенных элементов, отождествляются с самостоятельным существованием самих элементов или образуемой ими системы. Излагаемый здесь подход позволяет понять действительную суть многообразных объективных отношений, их роль в процессе развития, а также предохраняет от их

теоретического гипертрофирования или приписывания не свойственных им функций.

Важную роль играет при этом принцип материальности. Этот принцип указывает на материальную основу объективных отношений и помогает установить конкретный характер данных отношений.

Большинство физических закономерностей получает строгое математическое описание и выражается в виде разнообразных формул. Любая такая формула сама по себе есть определенное математическое соотношение, элементы которого находятся во внешней количественной взаимозависимости. Подобная структура формулы - результат знакового выражения, в то время как сами объективные отношения, описываемые формулами, могут быть не только внешними, но и внутренними. В свою очередь, проекция абстрактно-математического описания на природную действительность помогает точно установить конкретный характер объективных отношений, отображенных в той или иной формуле.

Если исключить принцип материальности из познания природных отношений, то они рискуют превратиться в пустые абстракции, а операции с ними - в акт произвола. Вот почему вопрос о характере и закономерностях объективных отношений представляется исключительно важным.

Переходя к специальной теории относительности (СТО), выделим следующие моменты. Первый постулат Эйнштейна констатирует независимость законов природы от движения инерциальных систем отсчета (ИСО), т.е. закономерности механического перемещения изолируются от всех остальных законов природы и отношения между теми и другими описываются как чисто внешние. Кроме того, в СТО описывается не пространство и время «вообще» (физическое, биологическое, социальное и т.п), а определенные пространственно-временные характеристики конкретных физических событий. Как, например, не существует человека «вообще», но существуют конкретные люди, так не существует и времени «вообще», но есть конкретные временные процессы. Поэтому возникает вопрос: насколько оправдан в теории относительности указанный общий подход к понятиям «пространство» и «время» и как в действительности связаны пространственно-временные характеристики конкретных явлений, описываемых СТО и ОТО, с пространственно-временными параметрами других явлений?

Для начала в качестве примера рассмотрим второй закон Ньютона

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = ma$$

Эта формула раскрывает связь между изменением скорости Δv , инертной массой m и силой, действующей в течение определенного промежутка времени Δt . Несмотря на универсальность данного закона, здесь время Δt означает не любое время, а время, связанное с определенными механическими процессами. Аналогичным образом обстоит дело и с другими формулами, где речь идет не об абстрактном времени «вообще», а о времени, как характеристике определенных физических процессов. Не составляют исключения и формулы, получаемые из преобразований Лоренца. Например, преобразования Галилея позволяют определять скорость и положение различных ИСО относительно друг друга. В преобразованиях же Лоренца для выполнения той же задачи вводятся дополнительные условия: пространственные величины и временные интервалы вычисляются с учетом закономерностей движения света. Поняв действительный смысл этих преобразований, нетрудно понять и все остальное.

В последующем анализе наиболее существенным оказывается тот факт, что инерциальные системы являются изолированными, т.е. находятся друг с другом во внешнем отношении. Закономерности же объективной относительности таковы, что материальные системы, находящиеся друг с другом во внешнем отношении, не оказывают воздействия друг на друга, на сами системы, на их материальный субстрат и не влияют на внутренние

отношения каждой из систем. Это подтверждает и положение о конкретности отношений: как не существует отношения без образующих его элементов, так не существует и отношения без определенного признака, по которому соотносятся эти элементы. Причем изменение отношения по одному признаку не обязательно ведет к изменению отношения по другим признакам.

Это подтверждают и оба принципа, положенные в основу СТО. В обоих случаях констатируется естественный результат внешних отношений, в которых находятся изолированные инерциальные системы.

Что же дает повод считать, что в движущейся изолированной системе отсчета с течением времени и пространственными отрезками происходит нечто отличное от ситуации покоя? С одной стороны очевидно, что две ИСО полностью изолированные, а отношения между ними - чисто внешние. Но с другой стороны, формулы свидетельствуют: в движущейся ИСО временные интервалы «растягиваются», а пространственные длины «укорачиваются».

О том, что происходит в движущейся ИСО, позволяют судить математические преобразования. Правда, в случае преобразований Галилея происходит прямое соотнесение инерциальных систем. В случае же преобразований Лоренца такое соотнесение происходит с помощью материального посредника – процесса распространения света. Таким образом, в первом случае имеет место двучленное отношение, а во втором – трехчленное.

Между тем имеется универсальная закономерность, которую можно сформулировать так: отношение (результат сопоставления) двух материальных элементов (систем) не тождественно отношению трех и более элементов (систем). Именно этот факт порождает те, на первый взгляд, необычные пространственно-временные отношения между двумя ИСО, которые возникают в специальной теории относительности.

Для пояснения сказанного рассмотрим следующий пример. Глаз меньше Солнца и на каком бы расстоянии ни находился наблюдатель, объективное двучленное отношение между глазом и Солнцем (отношение их размеров) остается именно таким. Но вот наблюдатель подносит к глазу ладонь и заслоняет Солнце. Тем самым в отношения включается третий элемент. Ясно, что двучленные отношения не тождественны трехчленным. Закономерности тех и других можно выразить и математически, не упуская из виду их конкретности и материальности; в противном случае неверное истолкование математических соотношений приведет к выводу, что ладонь по мере приближения к глазу становится больше Солнца. Уже этот элементарный пример показывает, что интерпретация математических соотношений может быть правильной или неправильной и какую из них мы выберем, совсем не очевидно.

Обратимся теперь к известной релятивистской формуле

$$\Delta t' = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1.2)$$

Какую реальную физическую нагрузку несут ее символы? Δt_0 относится к условно – покоящейся ИСО; $\Delta t'$ и v - к движущейся ИСО. А к какой из этих двух систем относится скорость света c ? Ни к какой! Процесс распространения электромагнитных колебаний – это самостоятельный элемент объективного трехчленного отношения. Свет есть физическое явление, которому следует приписать совершенно самостоятельное существование. В преобразованиях Галилея соотносятся только два материальных элемента - две ИСО. В преобразованиях же Лоренца таких материальных элементов три: две ИСО и электромагнитное поле. Т.е. в первом случае отношение двучленное, а во втором - трехчленное.

Данный факт хотя и проясняет ситуацию, но еще мало что объясняет. Что же происходит во внешне соотнесенных инерциальных системах, одна из которых условно покоится, а другая удаляется от нее равномерно и прямолинейно? Рассмотрим пример из

популярной литературы. Вдоль железнодорожного полотна мчится поезд. Из хвоста поезда по направлению движения испущен световой сигнал (первое событие), который затем отражается от зеркала, находящегося в голове поезда, и возвращается обратно в хвост поезда (второе событие). Скорость светового сигнала одинакова как по отношению к поезду, так и по отношению к полотну. Но события, заключающиеся в отправлении и приходе обратно в хвост поезда светового сигнала, происходящие в различных системах отсчета - движущейся и условно покоящейся, не совпадают: они не одновременны. Подчеркнем, что формулы, получаемые из преобразований Лоренца, описывают определенные события (конкретный физический процесс) – поведение света в различных ИСО. Обычно не придают должного значения тому факту, что в преобразованиях Лоренца описывается световой сигнал, единый для двух ИСО. И условия, заданные этими преобразованиями, предполагают совместное, триединое рассмотрение движения света относительно как покоящейся, так и движущейся систем отсчета. В рамках преобразований Лоренца это - вопрос коренной, центральный, потому что события, описываемые в системах координат, соотносящихся со световым лучом, оказываются вторичными по отношению к главному событию – движению света, представляя собой, по существу, проекцию светового луча на ту или иную систему координат, в результате чего и появляется возможность проводить соответствующие измерения и вычисления.

Если рассмотреть конкретное трехэлементное соотношение, а именно движение светового луча параллельно с движением поезда, то окажется, что один и тот же световой луч пробегает разное расстояние в движущейся и неподвижной системах отсчета: в движущейся системе отсчета длина пробега будет короче или «сокращается». В трехэлементном соотношении

$$l' = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (1.3)$$

сокращается не длина «вообще», а длина фиксации, то есть измеренная с помощью конкретного физического явления: поведения света в одной из соотнесенных друг с другом инерциальных систем. С самим светом, как и с обеими системами отсчета, ничего не произойдет: длина поезда и зафиксированного отрезка полотна дороги какой была, такой и останется. Но реальная проекция конкретного физического процесса на инерциальные системы будет разной.

Далее. Что же в таком случае означает увеличившийся временной интервал $\Delta t'$ в движущейся системе. Единственное: в движущейся системе отсчета свету потребуется больше времени, чтобы покрыть расстояние $2l_0$, одинаковое с зафиксированным отрезком покоящейся системы координат. Один и тот же световой сигнал, данный в определенный момент времени из определенного источника затратит различное время для преодоления одного и того же расстояния в различных системах отсчета и в движущейся системе это время будет тем больше, чем выше скорость системы. В поезде, мчащемся сквозь туннель, такими одинаковыми пространственными отрезками (инвариантами) будет расстояние от хвоста поезда к его голове и обратно и соответствующее расстояние в неподвижной системе туннеля $2l_0$. Для преодоления длины мчащегося поезда и возврата в исходную точку свету потребуется больше времени, чем для преодоления такого же расстояния, отмеренного на железнодорожном полотне. Для того, чтобы свет мог достигнуть головы переднего вагона (ни вагоны, ни поезд в целом при этом длины своей не меняют, они просто перемещаются вперед) и вернуться обратно в точку отправления, потребуется дополнительное время. Естественно, что в совокупности данный временной интервал будет превышать время, которое потребовалось для преодоления того же расстояния в неподвижной системе туннеля. При сравнении же результатов измерения окажется, что временной интервал в движущейся системе как бы «растягивается» [4].

Но есть одна тонкость. Если свет пущен параллельно направлению движения, то с точки зрения наблюдателя, покоящегося на перроне, скорость света по отношению к движущемуся поезду равна либо $c'_1 = c - v$, когда луч движется вперед, либо $c'_2 = c + v$, когда он движется обратно. В итоге совокупная скорость света при движении луча туда и обратно будет равна так называемой «поперечной» скорости $c' = \sqrt{c^2 - v^2}$ (с учетом того, что наблюдаемая длина поезда l «сокращается»). Скорость c' не зависит от направления движения. «Поперечная» скорость c' является временной компонентой скорости света c , а скорость v - пространственной компонентой скорости света c . Именно «поперечная» скорость $c' = \sqrt{c^2 - v^2}$ определяет длительность всех временных процессов в движущейся ИСО, если смотреть из условно-неподвижной ИСО. Тогда качественно неизменяемая протяженность поезда (инвариант) будет равна $l_0 = c't'/2$, где t' - промежуток времени между отправлением и прибытием светового луча обратно в точку отправления (в хвост поезда).

Действительно, промежуток времени t' между отправкой и возвращением светового сигнала в точку отправления относительно наблюдателя на перроне равен

$$t' = \frac{l'}{c - v} + \frac{l'}{c + v}$$

где l' - длина движущегося поезда в системе отсчета наблюдателя на перроне. Подставляя сюда значение $l' = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$, где $l_0 = ct_0/2$ - длина поезда в неподвижной системе отсчета, получим

$$t' = \frac{ct_0}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

как оно и должно быть.

«Поперечная» скорость $c' = \sqrt{c^2 - v^2}$ определяет длительность временного процесса в движущейся ИСО как в поперечном, так и в продольном направлениях.

Распространено мнение, что эффекты «сокращения» длин и «замедления» временных процессов характерны только для тел, движущихся с околосветовой скоростью. Однако это далеко не так. Приведем в качестве примера летящий высоко в небе самолет. Его видимые размеры кажутся уменьшенными, а скорость движения (временной процесс) - замедленной. Для пассажиров самолета те же явления на земной поверхности (например, движущиеся автомобили) выглядят аналогичным образом (кто летал на самолете, наверняка помнит то ощущение нереальности при взгляде с большой высоты на ленту автомобильной дороги, когда движущиеся с большой скоростью автомобили кажутся застывшими на одном месте). То есть между наблюдателем на земной поверхности и наблюдателем в самолете существует равноправие, симметрия явлений. Но, в отличие от СТО, в этом примере параметром является не относительная скорость систем отсчета v , а взаимное расстояние между ними. Тем не менее структура формул для «укороченных» длин и «растянутых» временных интервалов аналогична формулам, получаемым в СТО. Еще пример: размеры и скорость движения звезд кажутся нулевыми. Аналогичные эффекты видит удаленный наблюдатель (когда параметром является не расстояние, а гравитационный потенциал) на горизонте событий черной дыры или условно-покоящийся наблюдатель (когда параметром является относительная скорость) возле светового барьера.

В следующем параграфе изложенные выше рассуждения, раскрывающие конкретный характер истины в рамках естественнонаучной теории, мы подтвердим и подробно раскроем с помощью простой и наглядной предметной (аналоговой) модели СТО. При создании аналоговых моделей используется одинаковость математических зависимостей, или уравнений, описывающих исследуемое явление и его аналог. В свое время и великий Максвелл для вывода уравнений электродинамики воспользовался механической моделью. Он подчеркивал: «Под физической аналогией я разумею то частное свойство между законами

двух каких-нибудь областей науки, благодаря которому одна является иллюстрацией для другой» [5, с.41]. Эта аналогия находит свое выражение «в сходстве математической формы явлений двух различных областей природы». Построение наглядной модели СТО представляется необходимым, поскольку до сих пор не существует единого мнения на физическое и философское содержание специальной и общей теории относительности. Приводимая ниже модель СТО, с математической точки зрения, является точным аналогом оригинальной теории и она приводит к тем же результатам, как и обычная теория относительности. Но так как уравнения, определяющие «растяжение» временных интервалов и «сокращение» длин имеют наглядный вид, предлагаемая ниже модель СТО является полезным инструментом для интуитивного понимания соотношений специальной теории относительности.

1.4 Модель специальной теории относительности

«Всякая физическая теория должна быть такой, чтобы ее, помимо всяких расчетов, можно было проиллюстрировать с помощью простейших образов, чтобы даже ребенок мог ее понять»

А. Эйнштейн

В научном познании создание всевозможного рода моделей играет большую роль. Пожалуй, не существует такой науки, в которой в той или иной мере не предпринимались попытки моделирования различных явлений и процессов. В настоящее время они приобретают особенно большое значение для объяснения явлений, недоступных непосредственному восприятию органами чувств человека. Поэтому построение наглядной модели СТО представляется важным как в философском, так и в физическом аспектах. Эту модель можно рассматривать не только как специфическое средство познания, но и как определенную форму научно-исследовательского мышления, в которой строгая логика дополняется воображением и исследовательским «чутьем».

Рассмотрим систему, состоящую из двух наблюдателей и двух стержней (рис.1.4а). Здесь AB и $A'B'$ - стержни длиной l_0 , которые можно назвать единичными масштабами.

В точках D и D' расположены наблюдатели. R – постоянное расстояние, R_1 - переменное расстояние. Таким образом, каждый из наблюдателей жестко связан с соответствующим стержнем (системой отсчета). Из рис.1.4а легко получить следующие соотношения, справедливые относительно обоих наблюдателей

$$l' = l_0 \left(1 - \frac{R_1}{R} \right) \quad (1.4)$$

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 - \frac{R_1}{R}} \quad (1.5)$$

$$R \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha' (R - R_1) = \text{invariant} \quad (1.6)$$

Соотношения (1.4) и (1.5) характеризуют кажущееся уменьшение длины одного стержня по отношению к другому стержню в зависимости от расстояния R_1 . Соотношение (1.6) характеризует неизменность протяженностей обоих стержней при изменении расстояния R_1 , то есть представляет собой инвариант преобразований. Отметим, что в (1.4), как и в СТО, уменьшение длины l' не есть результат действия неких внутренних молекулярных сил в стержнях.

Систему «наблюдатель в D – стержень AB » назовем системой отсчета K_0 ; систему «наблюдатель в D' – стержень $A'B'$ » назовем системой отсчета K' . В каждой из указанных систем отсчета наблюдатели могут производить отсчет угловых размеров стержней по отношению друг к другу. Для наблюдателя в D система отсчета K_0 (стержень AB) является собственной системой отсчета. Соответственно, для наблюдателя в D' собственной системой отсчета будет система K' (стержень $A'B'$).

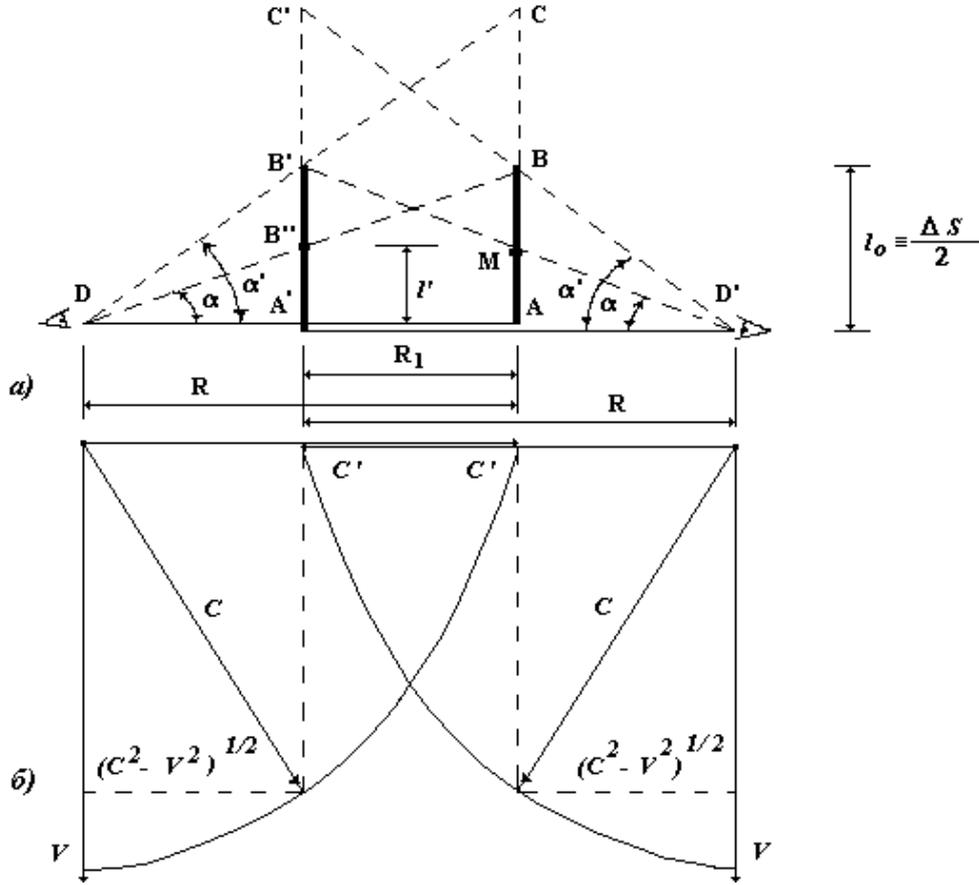


Рис. 1.4: Модель специальной теории относительности

Если наблюдатели не могут покинуть точки D и D' (например, если R - большая величина), то априори они не смогут установить соотношения (1.4), (1.5) и (1.6). Но пусть в точках A, B, A', B' имеются зеркала. Тогда с помощью световых сигналов каждый из наблюдателей обнаружит, что выполняется следующее соотношение

$$\left((DA)^2 - (DA')^2 \right)^{1/2} = \left((DB)^2 - (DB')^2 \right)^{1/2} = W \quad (1.7)$$

где W - постоянная величина с размерностью длины, характеризующая то обстоятельство, что стержни параллельны друг другу. Из (1.7) видно, что

$$R - R_1 = (R^2 - W^2)^{1/2}$$

Таким образом, наблюдатели в конце концов придут к следующим соотношениям, полученным из опыта

$$l' = l_0 (1 - W^2/R^2)^{1/2} \quad (1.8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{tg} \alpha / (1 - W^2/R^2)^{1/2} \quad (1.9)$$

$$R \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha' (R^2 - W^2)^{1/2} = \text{invariant} \quad (1.10)$$

Пусть теперь наблюдатель в D рассматривает в собственной системе отсчета K_0 реальный временной процесс – движение светового сигнала из точки A в точку B и обратно в точку A . Так как $R \operatorname{tg} \alpha = c\Delta t_0/2$, где c - скорость света, Δt_0 - время движения сигнала из A в B и обратно в точку A , то

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c}{R} \frac{\Delta t_0}{2} \quad (1.11)$$

Далее $R \operatorname{tg} \alpha' = c\Delta t'/2$, где $\Delta t'$ - время движения сигнала из точки A в точку C и обратно в точку A , то

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{c}{R} \frac{\Delta t'}{2} \quad (1.12)$$

Подставляя (1.11) и (1.12) в (1.8), (1.9) и (1.10) и учитывая, что величины c/R можно взаимно не сокращать, а почленно умножить на подкоренное выражение, наблюдатель в D получит соотношения

$$l' = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (1.13)$$

$$\Delta t' = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1.14)$$

$$c\Delta t_0 = c'\Delta t' = (c^2 - v^2)^{1/2} \Delta t' = (c^2 \Delta t'^2 - \Delta x'^2)^{1/2} = \Delta S \quad (1.15)$$

где $v = cW/R$ - величина с размерностью скорости. Отсюда $v/c = W/R$ или $v^2/c^2 = W^2/R^2$. $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$ - так называемая «поперечная» скорость света по отношению к стержню $A'B'$ с точки зрения наблюдателя в D . $\Delta x' = v\Delta t'$ - величина с размерностью длины, $\Delta S = c\Delta t_0 = 2l_0$ - инвариантная величина, характеризующая неизменную протяженность стержней и выраженная через пространственно-временные характеристики светового сигнала

Что конкретно означают соотношения (1.13), (1.14) и (1.15)? l' представляет собой расстояние, которое пробегает световой сигнал за время $\Delta t_0/2$ по отношению к системе K' и является проекцией светового луча на эту систему; $\Delta t'/2$ - время, за которое световой сигнал достигает точку C . Однако для наблюдателя в D точки B' и C тождественны (совпадают). Поэтому наблюдатель в D придет к выводу, что то же самое расстояние l_0 световой сигнал в системе K' пробежит за большее время $\Delta t'/2$ (время как бы «растянулось»). Для наблюдателя в D скорость светового сигнала по отношению к стержню $A'B'$ равна $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$, то есть меньше c и поэтому сигнал затрачивает большее время $\Delta t'/2$ для достижения точки B' . Наблюдатель в D получит те же соотношения (1.13), (1.14) и (1.15), так как он вполне может считать, что световой сигнал испущен не из A в B и обратно в A , а из точки A' в точку B' и обратно в A' . Отметим, что численные значения скорости света в обеих системах отсчета будут равны только в случае, если сигнал излучается из точки, лежащей в центре между A и A' на прямой DD' . Но если наблюдатели изолированы друг от друга, то для них этот факт не имеет значения. Величина скорости света c для каждого из них будет предельной, а по отношению к другой системе отсчета «поперечная» скорость света всегда будет иметь вид $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$.

Видно, что в модели СТО выполняются два положения: 1. Предельный характер скорости света в каждой из систем отсчета; 2. Равноправие (симметрия) двух систем отсчета.

Об истинной причине предельного характера скорости света в теории относительности смотрите в главе 2 о полевой модели массы.

В модели СТО соотношения (1.13), (1.14) и (1.15) описывают не пространство и время «вообще», а только конкретные пространственно-временные характеристики светового сигнала по отношению к той или иной системе отсчета. Так как по своей логической структуре соотношения (1.13), (1.14) и (1.15) аналогичны (и даже идентичны) соотношениям, получаемым в СТО, то этот факт представляется исключительно важным. Аналогичным образом обстоит дело и с преобразованиями Лоренца, где речь идет не об абстрактном времени «вообще», а времени, как характеристике движения светового сигнала по отношению к той или иной системе отсчета. Между тем общепризнанно, что в теории относительности описывается пространство и время «вообще», то есть все пространственно - временные процессы: физические, биологические, социальные и т.п. В противном случае из-за неравного протекания указанных процессов был бы несправедлив принцип относительности и можно было бы вычислить абсолютную скорость системы отсчета наблюдателя.

Заострим внимание на этом моменте. В учебниках обычно объясняют это следующим образом: *«Полученный вывод о замедлении времени в движущейся системе координат не связан с тем обстоятельством, что для измерения времени мы пользовались специальным устройством со световым лучом (имеются в виду «световые часы» - А.К.). Если мы применим в обеих системах координат часы любой конструкции, то мы должны будем получить тот же результат с замедлением времени. В противном случае, если бы, применяя специально сконструированные часы, мы не получили бы эффекта замедления времени, то это означало бы, что мы можем определить абсолютное движение и иметь возможность выделить основную "неподвижную" систему координат.»* [6, с.103]. Логически это безупречное рассуждение, если считать принцип относительности исходным, далее не анализируемым постулатом. Но такой подход к понятию «время» овеществляет время, то есть приписывает времени самостоятельный субстрат. Время здесь может само по себе, безотносительно к конкретному временному процессу, к конкретному механизму, растягиваться! С философской точки зрения это совершенно неудовлетворительно, так как времени самого по себе, как самостоятельной сущности, в природе нет. *«Пространство и время, как известно, суть формы существования материи, и потому они не имеют такого же статуса реальности, или объективного существования, как сама материя. Их свойства определяются свойствами последней и в особенности движением»* [7, с.119]. Опыт физики XX века учит, что нет никакого времени «самого по себе». Нет времени, которое существовало бы без связи с тем, что происходит в физическом мире. Время всегда и везде выступает не «вообще», а конкретно - в каждом данном физическом явлении оно свое. Это именно то время, которое длится в ходе данного явления в данном месте пространства. Время несет на себе важнейшие черты данного конкретного явления и само служит важнейшей его чертой.

Отсюда можно сделать вывод, что сам принцип относительности является не первичным, исходным постулатом, а следствием какого-то более фундаментального положения. С нашей точки зрения, принцип относительности является следствием того, что безмассовая форма материи (свет) первична по отношению к ее массивной форме (см. главу 2).

Существуют два пути для возможной интерпретации СТО. Первый - признать, что СТО описывает только пространственно-временные характеристики световых сигналов, не имеющих никакого отношения к пространственно-временным характеристикам других явлений (физических, химических, биологических, социальных), то есть утверждается, что СТО не описывает пространство и время «вообще», а только одно конкретное физическое явление - движение светового сигнала по отношению к той или иной системе отсчета [4]. Такой прямолинейный подход приводит к выводу, что СТО не является универсальной теорией пространства - времени и эта теория не может служить основой современной

физики.

Мы придерживаемся иного подхода, который заключается в том, что действительно в СТО, как и в первом случае, пространство-время определяется движением только световых (или ему подобных) сигналов, но здесь явление движения безмассового сигнала лежит в основе физического, биологического, социального и прочих времен. Это один из ключевых моментов развиваемой здесь интерпретации теории относительности. Принцип относительности непосредственно связан с указанным обстоятельством и является его следствием. В этом случае можно говорить о пространстве и времени «вообще», основываясь на одном конкретном материальном процессе.

Второй путь представляется более предпочтительным, так как соединяет между собой не подлежащие сомнению философские принципы материальности и конкретности истины с разработанной Эйнштейном и подтвержденной всем последующим опытом теорией относительности.

Здесь мы поднимаем старый философский вопрос о соответствии общего и единичного, а также как существует общее - в единичном или самостоятельно? Тот, кто считает, что общее существует в действительности, называются реалистами. Те же, кто думает, что общее существует не в действительности, а лишь в сознании человека, именуются номиналистами. Реализм стал базой для придания понятиям бытийственного статуса. Нетрудно заметить, что реализм сближается с платонизмом. Реализм ориентирует на понятийное осмысление действительности. Номиналисты же считают, что носителем общего является слово или понятие, представленное в слове (в нашем случае понятия «время» и «пространство»). Для номиналистов существует только то, что можно воспринять, а затем представить. Но разве можно представить человека вообще или дом как таковой (в нашем случае «время» и «пространство» вообще, как таковые.)? Общее содержится в предметах только потенциально, а актуальное существование оно обретает в понятиях через логическую операцию отвлечения сходных признаков, а также в соответствующих словах [8, с.145].

Как можно догадаться из вышеизложенного, автор придерживается номиналистской точки зрения на понятия «время» и «пространство» в специальной и общей теориях относительности, так как не может согласиться с тем, что пространству и времени в СТО и ОТО придан бытийственный статус. Профессиональных же физиков скорее можно отнести к лагерю «реалистов», чем к «номиналистам», хотя они того или нет. И, несмотря на кажущуюся схоластичность данной проблемы, она, по мнению автора, является определяющей для дальнейшего прогресса физики.

Эйнштейн по данному вопросу высказался лишь однажды. Он писал: *«Теорию относительности часто критиковали за то, что она неоправданно приписывает центральную теоретическую роль явлению распространения света, основывая понятие времени на его законах (выделено мной –А.К.). Положение дел, однако, примерно таково. Чтобы придать понятию времени физический смысл, нужны какие-то процессы, которые дали бы возможность установить связь между различными точками пространства. Вопрос о том, какого рода процессы выбираются при таком определении времени, несуществен. Для теории выгодно, конечно, выбирать только те процессы, относительно которых мы знаем что-то определенное. Распространение света в пустоте благодаря исследованиям Максвелла и Лоренца подходит для этой цели в гораздо большей степени, чем любой другой процесс, который мог бы стать объектом рассмотрения»* [9, с.24].

Да, можно согласиться, что для определения момента времени пригодны любые сигналы - пули, электроны, нейтроны и т.п. Но тогда можно задать вопрос: откуда вообще в релятивистских уравнениях появляется константа c - предельная скорость? Непредвзятое расследование этого обстоятельства показывает, что появление этой константы связано с рассмотрением движения сигнала (фотона) со скоростью света. Любой другой сигнальный процесс, с меньшей скоростью, привел бы к отсутствию константы c в релятивистских

уравнениях. Наличие в релятивистских формулах этой константы говорит не столько о том, что эта скорость является предельной скоростью распространения взаимодействий, но в первую очередь о том, что за этим символом в уравнениях СТО всегда скрывается реальный физический процесс - движение безмассового сигнала со скоростью света. По крайней мере, световые часы и модель СТО на это указывают. Так как до сих пор и ниже модель СТО правильно отображает релятивистскую реальность, мы должны доверять и этому выводу, следующему из модели. Таким образом, основой пространственно-временных отношений в СТО является именно движение со скоростью света и центральная теоретическая роль явления распространения света совсем не случайна.

(Кстати, такой эвристический подход необходимо распространить на все соотношения, где присутствует константа c - скорость света. В частности, из уравнения для энергии покоя $E_0 = mc^2$ следует, что материальное тело (любая элементарная частица) с массой m в основе своей состоит из безмассовых квантов энергии, движущихся со скоростью света (см. 2 главу). Аналогичный вывод нужно сделать и по отношению к гравитационному уравнению Эйнштейна в общей теории относительности, где в правой части гравитационного уравнения также присутствует константа c . Подобный подход справедлив и в отношении всех других фундаментальных констант.)

Световой (в общем случае любой безмассовый) сигнал строит пространственно-временные отношения между телами или структурными элементами тел, создает метрику. Ясно, что такое пространство-время может быть только относительным, так как скорость этого сигнала конечна.

С этой точки зрения замедление распада нестабильных элементарных частиц связано с их структурным строением и увеличением времени обмена сигналами распада между структурными элементами частицы, так как скорость таких сигналов между этими элементами, с точки зрения покоящегося наблюдателя, равна $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$ и зависит от скорости v . В системе же отсчета движущейся частицы эта скорость равна скорости света c (в единицах времени и длины этой системы отсчета). Именно поэтому можно говорить, что каждая система отсчета обладает своим собственным временем.

И сам Эйнштейн в автобиографии 1949 г. выдвинул одно критическое замечание в адрес теории относительности в том виде, как он ее сформулировал. Замечание это состоит в следующем. Теория относительности вводит некоторые постулаты, определяющие поведение масштабов и часов. *«Это в известном смысле нелогично; собственно говоря, теорию масштабов и часов следовало бы выводить из решений основных уравнений (учитывая, что эти предметы имеют атомную структуру и движутся), а не считать ее независимой от них. Обычный образ действия имеет, однако, свое оправдание, поскольку с самого начала ясна недостаточность принятых постулатов для обоснования теории масштабов и часов. Эти постулаты не настолько сильны, чтобы из них можно было вывести достаточно полные уравнения для физических процессов».* [10, с.280]

Видно, что изложенный выше подход решает эту проблему.

На рис.1 можно явно показать величину скорости v . Так как $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$ или

$$c^2 = c'^2 + v^2$$

что является уравнением окружности, то мы получаем рис.1.4б. Из рис.1.4б видно, что при $v \ll c$ мы имеем

$$\frac{l'}{l_0} = 1; \quad \frac{\Delta t'}{\Delta t_0} = 1$$

что является переходом от преобразований Лоренца к преобразованиям Галилея. При $v > c$ наша модель теряет смысл.

Видно, что «поперечная» скорость c' является временной компонентой скорости света c , а скорость v - пространственной компонентой скорости света c .

В модели можно определить и так называемое «пространство событий». Очевидно, что им является полуплоскость над прямой DD' , где каждая точка может быть охарактеризована временем и местом. Рассмотрим, как в модели интерпретируется проблема одновременности двух событий. Пусть из точки M (рис.4а), лежащей посередине между A и B , в системе K_0 в точки A и B испущены световые сигналы. В собственной системе отсчета K_0 наблюдатель в D обнаружит, что эти сигналы придут в точки A и B одновременно. Однако в точки A' и B' эти сигналы придут не одновременно. То же обнаружит и наблюдатель в D' . Таким образом, понятие одновременности становится относительным в зависимости от того, по отношению к какой системе отсчета рассматривается этот процесс.

Относительность одновременности обусловлена конечностью скорости света. Если совершить формальный переход к пределу $v \ll c$ или $c = \infty$, то одновременность становится абсолютной. В первом случае ($v \ll c$) стержни AB и $A'B'$ практически совмещаются. Во втором случае ($c = \infty$) катет AD растягивается до бесконечности, что делает луч зрения наблюдателя DB параллельным лучу зрения DB' и, соответственно, прямая DM пересекает стержень $A'B'$, как и стержень AB , практически посередине. В этих двух случаях, с точки зрения наблюдателя в D , сигналы придут одновременно и в точки A и B и в точки A' и B' .

Далее, согласно СТО, «чтобы измерить длину движущегося стержня относительно неподвижной системы отсчета, необходимо определить координаты конца и начала стержня в этой системе отсчета, но обязательно одновременно. Это требование одновременности ведет к тому, что длина стержня при измерении его в системе отсчета, относительно которой он движется, оказывается меньше, чем при измерении его в системе отсчета, где он покоится.» [11, с. 45]. То есть

$$l' = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Каким образом эта ситуация отображается в модели СТО? Если из точки M (рис.1.4), расположенной посередине стержня AB , в точки A и B послать световые сигналы, то наблюдатель в D обнаружит, что по его часам эти сигналы придут в точки A и B одновременно. По отношению же к стержню $A'B'$ световые сигналы придут одновременно в точки A' и B'' . Но расстояние $A'B''$ и есть «сокращенная» длина l' . Таким образом, по отношению к стержню $A'B'$ модель СТО адекватно отображает «сокращение» первоначальной длины, имеющее место и в реальной ситуации. Причем, как и в СТО, в модели СТО (рис.1.4а) указанное «сокращение» также связано с понятием одновременности.

Заметим, что длину стержня можно определить так, что измеряются положения концов стержня $A'B'$, одновременные в системе K' . Т.е. здесь световые сигналы необходимо отправить из середины стержня $A'B'$ в точки A' и B' . В таком случае из преобразования Лоренца будет следовать не «сокращение», а «увеличение» длины стержня. В модели СТО на рис.4 это отобразится в том, что по отношению к стержню AB с точки зрения наблюдателя в D световые сигналы придут одновременно в точки A и C , и первоначальная длина стержня $A'B'$ будет казаться «увеличенной» и равной AC . В этом случае вместо предыдущего соотношения мы бы имели следующее уравнение

$$l' = \frac{l_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Однако релятивистская физика предписывает при измерении длины делать одновременный отсчет в той системе, в которой производится измерение, и тем самым исключает

неоднозначность результатов. Рассмотренный пример относительности длины ясно указывает, что длина объекта не является неким абсолютным свойством, связанным с самим существованием объекта, но, напротив, сопоставляемое длине числовое значение зависит от условий проведения измерения.

«Что означает уменьшение длины линейки? Прежде всего ясно, что никакого сжатия линейки произойти не может. Это следует из основного принципа, положенного в основу СТО, - принципа равноправия всех ИСО. Во всех ИСО физическое состояние линейки одно и то же. Поэтому не может быть и речи о возникновении каких-либо напряжений, ведущих к деформации линейки. «Укорочение» линейки происходит исключительно в силу различных способов измерения длины в двух системах отсчета. С другой стороны, обнаруживаемая относительность длины линейки не является иллюзией наблюдателя. Этот результат получается при любом разумном способе измерения длины движущегося тела. Более того, рассматривая физические явления в данной системе отсчета, нужно за длину тела принимать длину l' , а отнюдь не длину l_0 .» [11, с.72].

В связи с эффектом взаимного «сокращения» длин стержней процитируем Дэвида Бом: «Наблюдатель A видит линейки у наблюдателя B , сократившиеся в длине, в то время как наблюдатель B видит линейки у наблюдателя A также сократившимися в длине. Это происходит потому, что, измеряя длину какого-либо предмета, наблюдатели A и B имеют в виду разные системы событий. Оценивая по разному одновременность, A считает, что B допускает сдвиг линейки в процессе измерения и то, что он меряет, не совпадает с действительной длиной. B точно то же самое скажет и B об A . Хотелось бы сравнить эту ситуацию с тем, что происходит, когда два человека A и B удаляются друг от друга, продолжая видеть один другого. . . Каждый из них видит нечто свое. Нет никакого парадокса в том, что изображение человека A на сетчатке у B становится все меньше соответственно тому, как уменьшается изображение B на сетчатке у A . Точно так же нет парадокса и в том, что наблюдатель A отмечает сокращение линейки наблюдателя B и вместе с тем B отмечает такое же сокращение линейки у A . Каждый из них просто имеет в виду нечто свое, когда говорит о длине одного и того же предмета.» [12, с.85-86].

Как отмечал В. Паули: «Лоренцево сокращение не есть свойство одного масштаба, а представляет собой принципиально наблюдаемое взаимное свойство двух движущихся относительно друг друга масштабов». И далее: «Удовлетворительно считать относительное движение причиной лоренцева сокращения, так как это последнее есть не свойство одного масштаба, а соотношение между двумя масштабами.» [13, с.30]. Приведенное замечание В. Паули отображено в нашей модели на рис.1.4а наличием двух стержней AB и $A'B'$.

И для полноты приведем цитату из книги Луи де Бройля «Революция в физике»: «... имеется существенная разница между сокращением по Фицджеральду – Лоренцу и сокращением по Эйнштейну. Действительно, первые рассматривали его как действительное сокращение тел, находящихся в абсолютном движении по отношению к неподвижному эфиру, тогда как второй – лишь как кажущееся движущемуся наблюдателю сокращение, связанное только с процессами измерений, которыми пользуются различные наблюдатели для измерения расстояний и промежутков времени, и преобразованием Лоренца, математически выражающим связь между результатами измерений, сделанных двумя различными наблюдателями, находящимися в относительном движении. Кажущееся сокращение размеров сопровождается кажущимся замедлением хода часов. Наблюдатели, находящиеся, например, в системе координат A , изучая ход часов, движущихся вместе с системой B , обнаружат, что они отстают от их собственных часов, покоящихся в системе A . Иначе говоря, можно утверждать, что движущиеся часы идут медленнее неподвижных. Как показал Эйнштейн, это тоже одно из следствий преобразования Лоренца. Итак, кажущееся сокращение длин и замедление хода часов однозначно следует из новых определений пространства и времени, с которыми и связано преобразование Лоренца. И обрат-

но, постулируя сокращение размеров и замедление хода часов, можно получить формулы преобразования Лоренца.» [14].

Мы видим, что автор прямо подчеркивает кажущийся характер релятивистских эффектов, так как они не констатируются одинаковым образом с точки зрения всех галилеевых систем отсчета, что и подтверждается в нашей модели. С другой стороны, сокращение размеров тел принципиально наблюдаемо и потому относительность длины не является иллюзией наблюдателя. Более того, рассматривая физические явления в данной системе отсчета, нужно за длину тела принимать длину l' , а отнюдь не длину l_0 , и физическое воздействие движущееся тело будет оказывать на покоящегося наблюдателя как имеющее длину l' . В рамках нашего модельного представления, когда параметром является не скорость, а расстояние, это можно отобразить следующим образом. Пусть мы наблюдаем за Солнцем (звездой). Физическое тепловое воздействие на наблюдателя недалеко от солнечного диска и при удалении от него будет различным, хотя мы понимаем, что с самим Солнцем реально ничего не происходит, оно просто удаляется от наблюдателя и потому физически воздействует на него как действительно уменьшившееся в размере.

Далее. В СТО физическая скорость света определяется из выражения $\Delta S = 2l_0 = 0$. Инвариантность (сохранение) нулевого интервала отражает закон постоянства скорости света. Как эта ситуация отображается в модели? В этом случае для наблюдателя в D длина стержня $AB = l_0$ равна нулю, т.е. собственной системы отсчета больше не существует. Остается только световой сигнал. Движение светового сигнала соотносить не с чем. Модель СТО показывает, что световой сигнал системой отсчета являться не может. Для светового сигнала не существует собственной системы отсчета. Если часами считать сам свет, то эти часы не идут, они стоят. Почему это происходит?

В свое время Ньютон задался целью искусственно выделить некоторую основную всеобщую «систему референции», к которой можно было бы отнести все наблюдаемые величины. В соответствии с этим замыслом Ньютон и построил систему абсолютного пространства - времени. Современная физика отказалась от ньютоновской «системы референции» и избрала новую – скорость света. Именно к ней теперь относятся все наблюдаемые величины. Но, как можно видеть из модели СТО, световой сигнал не может в качестве системы отсчета, системы референции избирать самого себя. Отсчет временного процесса (движение луча света) может происходить только по отношению к стержню AB или к стержню $A'B'$, но не по отношению к самому себе.

Из модели СТО следует, что инвариантную величину ΔS (где $\Delta S/2 = l_0$) на самом деле необходимо трактовать как отражение истинной неизменяемой протяженности движущегося тела (в 3-мерном пространстве) – потому величина ΔS и инвариантна. Описывается же она через пространственно-временные характеристики светового сигнала, движущегося от одного конца стержня (событие 1) к другому его концу и возврата светового сигнала в исходную точку (событие 2), благодаря чему в приведенном соотношении появляется коэффициент 2, так как световой сигнал дважды пробегает расстояние l_0 . Только благодаря движению светового сигнала пространство и время объединяются в единое 4-мерное пространственно-временное многообразие. Действительно, 4-мерный характер геометрии в СТО можно понять таким образом. Чтобы увидеть 3-мерный мир, надо все точки этого мира увидеть одновременно. Но никакая информация не передается мгновенно. Поэтому далекие точки мы неизбежно видим в их более ранний момент, т.е. такими, какими они были давно. Смотря на небо, мы видим далекие галактики более молодыми, чем близкие. Картина мира, которая разворачивается перед нашими глазами, - это не мир в какой-то избранный момент времени, а мир, в котором возраст всех объектов, лежащих на расстоянии R от наблюдателя, моложе наблюдателя на R/c .

Из СТО известно, что длина линейки в направлении, перпендикулярном направлению относительного движения, остается неизменной при ее измерении в любой инерциальной

системе отсчета. Как следствие, отсюда вытекает соотношение для промежутков времени между двумя событиями в разных системах отсчета (собственной и несобственной). Для этого достаточно рассмотреть так называемые «световые часы» (два зеркала, между которыми «бегают» световой луч) расположенные перпендикулярно направлению относительного движения. Из соотношения для указанных промежутков времени легко получить выражение для инвариантного интервала S . Отсюда видно, что инвариантность интервала между двумя событиями является прямым следствием неизменности длины линейки в направлении, перпендикулярном направлению относительного движения. В модели СТО на рис.4 этот факт отображается тождественностью значения длины стержня l_0 и величины инвариантного интервала $\Delta S/2$.

Много лет понадобилось физикам, чтобы понять, что в СТО нет релятивистской массы, нет массы покоя, а есть просто масса без всяких прилагательных. Такая масса не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой инерциальной системе [15]. Точно также и инвариантный интервал S есть ни что иное, как отражение неизменяемой протяженности тела (в продольном и поперечном направлениях), которая не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой инерциальной системе (потому она и инвариантна) и которая выражается через пространственно-временные характеристики светового сигнала?

«Линейка существует объективно, т.е. вне нашего сознания и вне нас. Но есть ли у нас длина до того, как осуществлены измерения? Длина, как некоторое число, возникает в результате измерения и выбора единиц длины. Конечно, у линейки есть протяженность (если хотите, длина) как качество и до измерения (выделено мной - А.К.), но до измерения нет численного значения длины. Таким образом, у объективно существующего тела численное значение длины возникает после измерения, а результат измерения, как мы установили, зависит от того, приборами какой системы отсчета мы пользуемся. . . Хотя до сих пор все время говорилось об относительности длины тел (линеек), следует помнить, что речь идет на самом деле об относительности расстояний между двумя неподвижными точками в одной системе отсчета при измерении их приборами из другой системы отсчета» [11, с.73].

Мы видим, что протяженность (длина) стержня, как качество, не изменяется. Это и отображается в СТО наличием инвариантного интервала S . Простое сравнение структуры соотношений для полной энергии свободного тела

$$E^2 = m^2 c^4 + P_x^2 c^2 + P_y^2 c^2 + P_z^2 c^2$$

и инвариантного интервала

$$ct'^2 = S^2 + x^2 + y^2 + z^2$$

прямо указывает на это. И там и здесь на одном и том же месте стоит инвариант, который не зависит от координатных преобразований. Инвариантный интервал S отражает неизменяемую протяженность движущегося тела l_0 , которую безмассовый сигнал пробежал дважды, выраженную через пространственные r и временные ct' характеристики безмассового сигнала. Такой же подход справедлив и к любому другому инварианту в специальной теории относительности.

Приведем цитату, подтверждающую эту точку зрения: *«Пространственно-временные отношения и свойства тел не зависят от системы отсчета, но лишь различно проявляются в разных системах. Вообще физические величины, зависящие от системы отсчета и в этом смысле относительные, являются своего рода проекциями более общих величин, которые от системы отсчета уже не зависят. В соответствии с этим Минковский дал четырехмерную формулировку законов релятивистской механики и электродинамики...*

Тем не менее взгляд Минковского на теорию относительности не был воспринят физиками во всей его глубине. Точка зрения относительности, берущая всякое явление в отношении к той или иной системе отсчета, была более привычной, во-первых, потому что такова реальная позиция экспериментатора, наблюдателя, а во-вторых, потому, что и теоретик рассматривает явления, пользуясь той или иной системой координат. Но был еще и третий момент - позитивистская философия, принципиально придающая значение реальности только тому, что дано в непосредственном наблюдении; все же остальное, что содержится в теориях физики, трактуется ею не как изображение действительности, а как построение, лишь увязывающее данные наблюдений. С этой точки зрения четырехмерный мир Минковского есть не более чем схема, не отражающая никакой реальности сверх той, которая уже выражена в исходном изложении теории относительности.

Таким образом, определились два разных подхода к теории относительности. Первый - подход Минковского, в основе которого лежит представление о пространстве-времени как реальной абсолютной форме существования материального мира. Второй - чисто релятивистский подход; главное в нем - та или иная система отсчета. Понятно, что первый подход носит материалистический характер и отвечает естественной логике предмета: его форма определяет ее относительные проявления. Второй же подход...оказывается позитивистским, отрицающим, что относительное есть лишь грань проявления абсолютного.» [16, с.121-122]

Здесь под «более общими величинами» как раз и подразумеваются качественно неизменяемые протяженность движущегося стержня, его масса и другие инвариантные характеристики. А 4-х мерный характер описания этих инвариантных характеристик обусловлен их отображением через посредство движущихся безмассовых сигналов. Неуничтожимое движение этих сигналов и порождает четвертую, временную координату псевдоэвклидового пространства-времени. Подход Минковского, в основе которого лежит представление о пространстве-времени как реальной абсолютной форме существования материального мира как раз и является следствием того, что пространственно-временные отношения между материальными телами этого мира осуществляются с помощью безмассовых сигналов.

Для пояснения сказанного можно представить себе следующую ситуацию. Пусть вы покоитесь в собственной системе отсчета вместе со стержнем метровой длины. Вокруг вас движутся наблюдатели с разными скоростями. То, что каждый из них видит ваш метровый стержень «сокращенным», да к тому же для каждого наблюдателя этот стержень должен «сократиться» по-своему, еще не говорит о том, что ваш стержень и в самом деле «сократился». Для вас это очевидно! Как же этот факт (то, что со стержнем в действительности ничего не происходит и его протяженность остается прежней) отображается в формулах СТО? Отображается этот факт наличием инвариантного интервала S . (Аналогичные рассуждения справедливы и по отношению к массе тела m). Но здесь сразу же возникает вопрос: инвариантный интервал S описывается четырьмя координатами: одной временной и тремя пространственными, а протяженность нашего метрового стержня только тремя пространственными координатами? Что-то здесь не так. Разгадка заключается в том, что на самом деле неизменяемая протяженность нашего метрового стержня описывается с помощью четырех пространственно-временных характеристик светового сигнала - одной временной ct' и тремя пространственными x, y, z (при измерении протяженности стержня световым сигналом). Неуничтожимое движение светового сигнала и порождает временную координату ct' . Пространственные координаты $x = v_x t'$; $y = v_y t'$; $z = v_z t'$ порождаются относительным движением систем отсчета, где v - скорость относительного движения. Если бы системы отсчета покоились относительно друг друга, то длина нашего стержня выражалась через временную координату светового сигнала $2l_0 = ct_0$, где t_0 - время движения света от одного конца стержня к другому его концу и

обратно. Пространственные же характеристики vt' у светового сигнала появляются в результате относительного движения систем отсчета. С точки зрения условно-неподвижного наблюдателя протяженность движущегося стержня $l_0 = S/2$ (отражающая его качественно неизменяемую протяженность) отображается теперь через величину $c't'$, а не ct_0 , где $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$ - «поперечная» скорость света по отношению к инвариантной протяженности стержня l_0 , равной $S/2$. Поэтому $S = c't'$. Итак, мы видим, что в СТО описываются только пространственно-временные характеристики безмассовых сигналов по отношению к тем или иным неизменяемым стержням (системам отсчета). Те же рассуждения мы обязаны распространить и на понятие инвариантного интервала S в общей теории относительности. А это уже совсем другой уровень ее понимания!

Если скорость v является пространственной скоростью какого-то материального процесса, то скорость c' является временной скоростью того же материального процесса. Если тело находится в относительном покое к пространственным осям какой-то инерциальной системы координат, то относительно временной оси оно «движется» со скоростью света, т.е. все равно находится в движении, но в движении по оси времени. Это следует из соотношения

$$c^2 = c'^2 + v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$$

которое следует из выражения

$$ct'^2 = S^2 + x^2 + y^2 + z^2$$

где скорость света c – константа, а $c' = S/t'$

Мы видим, что скорость c' является «поперечной» (временной) компонентой скорости света c , а скорость v - «продольной» (пространственной) компонентой скорости света c .

Интересно отметить, что в релятивистской квантовой механике скорость c' присутствует в явном виде через операторы скоростей (т.е. через матрицы Дирака). Это легко показать. Энергия и импульс частицы выражаются через соотношение

$$E^2 = E_0^2 + P_x^2 c^2 + P_y^2 c^2 + P_z^2 c^2$$

Его можно, разделив на E , преобразовать к следующему виду

$$E = \frac{c'}{c} E_0 + \frac{v_x}{c} P_x c + \frac{v_y}{c} P_y c + \frac{v_z}{c} P_z c$$

Видно, что скорость c' входит в это соотношение симметрично вместе со скоростью v . В квантовой механике для частиц со спином $1/2$ имеем уравнение Дирака

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = (\gamma_0 E_0 + \gamma_1 P_x c + \gamma_2 P_y c + \gamma_3 P_z c) \psi$$

где γ_i - матрицы Дирака ($i = 0,1,2,3$), ψ - волновая функция.

Сопоставляя между собой два последних уравнения получаем $\gamma_i \rightarrow v_i/c$ и, таким образом, оператор скорости c' равен $\gamma_0 c$. Собственные значения этих операторов равны $\pm c$. Но на опыте всегда измеряется среднее значение релятивистского оператора скорости и оно всегда оказывается меньше c . В релятивистской квантовой механике обычно упоминают только об операторах пространственной скорости v , равных $\gamma_\alpha c$, ($\alpha = 1,2,3$), не подозревая, что оператором временной скорости c' является величина $\gamma_0 c$.

В общепринятом формализме СТО вектор скорости (4-вектор) материальной точки определяется следующим образом

$$U^a = \frac{dx^a}{dS}$$

С геометрической точки зрения U^a есть компонент единичного вектора касательной к мировой линии, т.е.

$$h_{ab}U^aU^b = 1$$

Перейти от этой формы к форме

$$c^2 = c'^2 + v^2$$

нетрудно. Действительно

$$U^a = \frac{dx^a}{dS} = \frac{dx^a}{c'dt'}$$

Отсюда получаем

$$h_{ab}U^aU^b = \left(\frac{c}{c'}\right)^2 - \left(\frac{v^k}{c'}\right)^2 = 1$$

или, окончательно

$$c^2 = c'^2 + v^2$$

Таким образом мы видим, что правомерна не только форма $h_{ab}U^aU^b = 1$ для компонент 4-вектора скорости U^a , но также форма $c^2 = c'^2 + v^2$ для скорости света c . Форма $c^2 = c'^2 + v^2$ более адекватна реальности с физической точки зрения. Она более наглядна. В принципе весь математический формализм специальной и общей теории относительности можно перестроить в соответствии с этим соотношением. В следующих главах я придерживаюсь именно такого подхода. Форма, в которой преподносится та или иная теория, имеет важнейшее значение для понимания ее сущности и во многом определяет ее дальнейшее развитие.

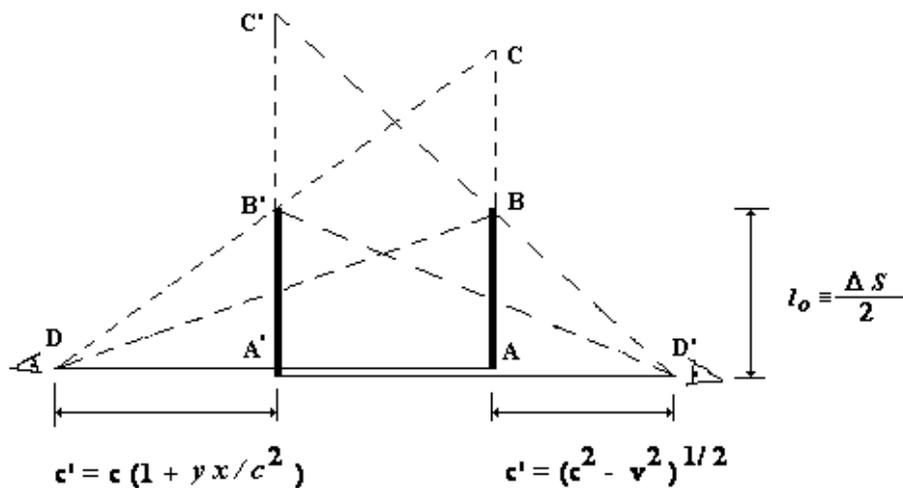


Рис. 1.5: Модель специальной теории относительности

В модели СТО можно отобразить ситуацию, когда одна из систем отсчета движется равномерно - ускоренно (рис.1.5). В этом случае величина c' (на рис.1.5 слева) будет иметь вид

$$c' = c \left(1 + \frac{\gamma x}{c^2}\right)$$

где γ - равномерное ускорение, x - текущая координата. Величина же скорости света c' (на рис.1.5 справа) по-прежнему имеет вид $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$. Как видно из рис.1.5, симметрия

двух систем отсчета (их равноправие) уже теряется. Из рис.1.5 также видно, что переход системы отсчета K_0 из состояния равномерного и прямолинейного движения в состояние ускорения изменяет внутренние отношения в ускоренной системе отсчета K_0 из-за изменения величины скорости света c' (изменилась форма треугольника ABD), в то время как в СТО (рис.4) скорость света c' менялась из-за перемены внешних отношений между двумя системами отсчета K_0 и K' (формы треугольников ABD и $A'B'D'$ не изменились, а изменилось только их положение относительно друг друга). Изменением внутренних отношений в ускоренной системе отсчета и решается так называемый парадокс близнецов. Под внутренними отношениями мы подразумеваем здесь обмен (взаимодействие) безмассовыми сигналами между структурными элементами ускоренной системы отсчета. Изменение скорости c' под влиянием ускорения естественным образом меняет скорость остальных (вторичных) временных процессов в ускоренной системе отсчета. В общем же случае в неравномерно - ускоренных системах отсчета или в гравитационных полях величина «поперечной» скорости света c' обобщается и принимает вид

$$c' = (g_{ik}v^i v^k)^{1/2}$$

или, развернуто

$$c' = (g_{00}c^2 + 2g_{0\alpha}cv^\alpha + g_{\alpha\beta}v^\alpha v^\beta)^{1/2}$$

где $\alpha, \beta = 1, 2, 3$; $i, k = 0, 1, 2, 3$; g_{ik} - метрические коэффициенты или гравитационные потенциалы, а $v^i = dx^i/dt'$.

Отсюда величина инвариантного интервала равна

$$dS = (g_{ik}v^i v^k)^{1/2} dt' = c' dt' \quad (1.16)$$

что является первой ступенью для построения общей теории относительности (если подставить c' в качестве лагранжиана в вариационное уравнение Эйлера-Лагранжа и затем в качестве параметра выбрать S , то мы получим известное в общей теории относительности уравнение геодезической [17, с.264],[18, с.476]. Однако в (1.16), как мы выяснили выше, величина c' является «поперечной» скоростью света в ускоренной системе отсчета K_0 (с точки зрения условно- неподвижного наблюдателя). Она и определяет собой скорость во времени всех процессов в K_0 , а ее вариация - движение пробного тела по геодезической.

В равномерно-ускоренной системе отсчета имеем

$$c' = c(g_{00})^{1/2}$$

или

$$c' = c \left(1 + \frac{\gamma x}{c^2} \right)$$

в соответствии с рис.1.5.

Таким образом, наша модель вполне адекватно отображает пространственно-временные отношения в СТО и, изучая ее, мы можем глубже понять сущность этой теории. Это становится возможным потому, что если в теории относительности всякое явление берется в отношении к той или иной системе отсчета как экспериментатором-наблюдателем, так и теоретиком, тоже рассматривающим явления в той или иной системе координат, то в модели СТО мы можем встать на нейтральную точку зрения, не зависящую от той или иной системы отсчета и находиться, образно выражаясь, как бы «над схваткой».

Все вышесказанное в этой главе можно было бы проиллюстрировать и более традиционным методом, а именно рассматривая так называемые «световые часы» (см. параграф 1.2), представляющие собой два стержня (два единичных масштаба), соединенные между собой под прямым углом, где на концах стержней и в месте их соединения

(где угол прямой) расположены зеркала, между которыми «бегают» световые лучи. Если один из стержней расположить перпендикулярно направлению движения «световых часов», то второй стержень окажется расположенным параллельно направлению движения. Связав «световые часы» с движущейся инерциальной системой отсчета и рассматривая временные процессы распространения световых сигналов между зеркалами с точки зрения наблюдателя в неподвижной системе отсчета, мы приходим к тем же выводам, какие мы получили и в модели СТО, то есть к тому, что пространство и время в СТО определяются исключительно движением светового сигнала. Однако, с нашей точки зрения, построенная модель СТО позволяет проиллюстрировать полученные выводы более наглядным образом. С другой стороны, с помощью модели СТО мы хотели проиллюстрировать и общепризнанный философский характер проблемы пространственно-временных отношений в специальной теории относительности.

1.5 Заключение

Подведем итоги:

- Псевдоевклидовое пространство-время является следствием пространственно-временных отношений между структурными элементами физической материи и связывающих их полей. Утверждение о том, что электродинамика Максвелла-Лоренца выявляет псевдоевклидов характер пространства-времени, неверно по сути. Поля, распространяющиеся со скоростью света, не выявляют псевдоевклидовую геометрию, якобы существующую до этого, а организуют, формируют ее. Метрика пространства-времени не дана заранее, а создается безмассовыми полями посредством установления пространственно-временных отношений между массивными материальными объектами.
- Пространственно-временные процессы в СТО совершенно конкретны и обусловлены материальными носителями - безмассовыми полями (в частности, фотонами). Все остальные пространственно-временные физические процессы, в новой интерпретации, являются производными от этого первичного релятивистского процесса. Физическое пространство-время «вообще» в своей основе определяется движением безмассовых сигналов со скоростью c' (с точки зрения условно-неподвижного наблюдателя) и только. То есть движение безмассовых сигналов и физическое пространство-время - это понятия тождественные. Таким образом, субстанциональной основой физического пространства-времени, а значит и пространства-времени «вообще», являются безмассовые кванты энергии. Если определить фундаментальные взаимодействия как взаимодействия, распространяющиеся со скоростью света, то из статьи следует, что в основе физического пространства-времени лежат только фундаментальные взаимодействия.
- Величина $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$ или $c' = (g_{ik}v^i v^k)^{1/2}$, как следует из модели СТО, является так называемой «поперечной» скоростью света в движущейся равномерно и прямолинейно или, соответственно, ускоренно системах отсчета с точки зрения условно-неподвижного наблюдателя по отношению к истинной протяженности движущегося стержня, равной $\Delta S/2$. Отсюда $\Delta S = c' \Delta t'$. Скорость c' и определяет скорость во времени всех процессов в этих системах отсчета.
- Инвариантный интервал S в СТО есть не что иное, как отображение неизменяемой протяженности движущегося стержня $l_0 = S/2$ (в любом направлении) и которая

выражается через пространственно-временные характеристики безмассового сигнала.

- Принцип относительности, по-видимому, является следствием того обстоятельства, что в основе пространственно-временных процессов лежат движения безмассовых частиц. В современной же трактовке этот принцип рассматривается не как следствие, а как предпосылка в виде отдельного постулата в специальной теории относительности, что затрудняет ясное понимание его истоков. Конечно, в СТО речь идет о предельной скорости взаимодействий в природе, но эта предельная скорость конкретно реализуется через безмассовые сигналы (и, в частности, через световые сигналы). Нет абстрактной предельной скорости c . Вместо фотонов я мог бы рассматривать, например, глюоны.
- Постулат Эйнштейна о том, что существует сигнал, скорость которого не зависит от скорости источника и конечна, необходимо заменить более общим положением о том, что существует предельная скорость сигнала c . *«Если принять, что в природе существует предельная скорость распространения сигналов, то ее абсолютная величина должна быть одна и та же во всех инерциальных системах отсчета. Ведь все эти системы, согласно принципу относительности, равноправны, и нельзя указать физический опыт, в результате которого можно было бы обнаружить различие между ними. Если бы предельная скорость распространения взаимодействий была разной в разных инерциальных системах отсчета, стало бы возможным отличить одну инерциальную систему от другой. Если считать принцип относительности универсальным, это невозможно. Отсюда сразу же вытекает, что скорость света в вакууме должна быть одной и той же в любой инерциальной системе отсчета. . . А если источник движется к наблюдателю или наблюдатель движется к источнику? Такое движение не может изменить величины предельной скорости сигнала. Следовательно, скорость света в вакууме не может зависеть ни от движения источника, ни от движения наблюдателя.»* [11, с.32]

В ньютоновской механике утверждение $c = inv = \infty$ было принципиальным допущением, оправдываемым малыми скоростями движения частиц. В релятивистской физике предельному сигналу $c = inv < \infty$ дается экспериментальное обоснование.

Разная же предельная скорость для разных сигналов (массивных) невозможна в силу того, что инертная масса частицы является следствием связанного состояния безмассовых частиц, являющихся структурными элементами массивной частицы (например, в модели геона). Скорость такой массивной частицы не может превысить скорость ее безмассовых структурных составляющих и потому ограничена сверху скоростью c .

Поэтому скорость света c является предельной скоростью передачи любых взаимодействий и предельной скоростью для любых тел.

Существует точка зрения, что световые сигналы, вообще говоря, не требуются при обосновании СТО. Хотя инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Галилея привела к построению СТО, последняя имеет более общий характер и применима ко всем видам взаимодействий и физических процессов. Фундаментальная константа c , возникающая в преобразованиях Лоренца, имеет смысл предельной скорости движения материальных тел. Численно она совпадает со скоростью света, однако этот факт связан с безмассовостью электромагнитных полей. Даже если бы фотон имел отличную от нуля массу, преобразования Лоренца от этого бы не изменились. Поэтому имеет смысл различать фундаментальную скорость c и скорость света c_{em} . Первая константа отражает общие свойства пространства и времени, тогда как вторая связана со свойствами конкретного взаимодействия. Чтобы измерить фундаментальную скорость c , нет необходимости проводить электродинамические эксперименты. Достаточно, воспользовавшись,

например, релятивистским правилом сложения скоростей по значениям скорости некоторого объекта относительно двух ИСО, получить значение фундаментальной скорости c .

Тем не менее, совпадение фундаментальной скорости c со скоростью света c_{em} обосновывает наш вывод о том, что движение световых сигналов и пространство время в СТО - понятия тождественные.

В основу СТО Эйнштейн положил два принципа. Однако, для того чтобы получить преобразования Лоренца и все релятивистские следствия из них, достаточно только одного принципа (постулата) - инвариантности скорости света. Этот принцип является первопричиной преобразований Лоренца, единственным, необходимым и достаточным условием для их вывода, а также для провозглашения принципа относительности и равноправия всех инерциальных систем отсчета. Получение преобразований Лоренца из принципа относительности возможно, но при обязательном учёте принципа постоянства скорости света [19].

Дает ли правильное понимание соотношений специальной теории относительности что-то полезное для физики? Без сомнения. Но осознание этого, к сожалению, очень долгий процесс. Новое понимание инвариантного интервала S как протяженности, выраженной через пространственно-временные характеристики безмассовых сигналов, распространяется и на понятие инвариантного интервала S в общей теории относительности. В ОТО вид интервала (геометрия пространства-времени) полностью определяется распределением и движением тяготеющих масс. Отсюда, в частности, следует, что гравитационное поле непосредственно воздействует только на безмассовые кванты энергии и через них, опосредованно, на всю весомую материю. Это проявляется в том, что в выражение для «поперечной» скорости света

$$c' = (g_{ik}v^i v^k)^{1/2}$$

входят гравитационные потенциалы g_{ik}

Конечно, можно пользоваться формулами СТО и не понимая полностью их физического смысла, и можно делать правильные расчеты, имея искаженное представление о сути специальной теории относительности, которую эти формулы представляют. Но, во-первых, искаженные представления могут рано или поздно привести к ошибочному результату в какой-нибудь нестандартной ситуации. А, во-вторых, ясное понимание простых и красивых основ науки важнее, чем бездумная подстановка чисел в формулы [15].

Таким образом, согласно изложенной выше интерпретации, в СТО нет ничего, кроме описания пространственно-временных характеристик безмассовых полей в различных ИСО. Этот полученный нами совершенно новый вывод, примененный к общей теории относительности, не затрагивая математической структуры ОТО, кардинальным образом изменяет ее интерпретацию, позволяя переосмыслить традиционный геометрический подход в теории гравитации.

Для многих физиков важна только та реальность, которая дана в непосредственном наблюдении, то есть важно то, что измеримо. Все же остальное, что содержится в теориях физики, трактуется не как изображение действительности, а как построение, лишь увязывающее данные наблюдений (пример: 4-мерие, инвариантный интервал S и т.п.). Это и есть позитивистская философия. С этой точки зрения четырехмерный мир Минковского есть не более чем схема, не отражающая никакой реальности сверх той, которая уже выражена в исходном изложении теории относительности. Позитивисты отрицают, что относительное есть лишь грань, проявление абсолютного.

Для позитивистов реально только то, что измеряемо, наблюдаемо. С этой точки зрения измеряемая скорость света c - действительно инвариант в любой ИСО, она равна $= x/t = x'/t' = x''/t'' = \dots$ и т.д. Но «поперечная» скорость света не инвариант и равна

$c' = S/t' = (2 - v^2)^{1/2}$, хотя тем не менее она остается предельной, меньшей либо равной c . Именно эта скорость и определяет скорость всех временных процессов в той или иной ИСО.

Итак, что мы имеем:

- В интерпретации (соглашении) Лоренца инвариантность скорости света в любой ИСО «объяснялась» посредством деформации движущихся стержней в направлении движения. Теория, выдвинутая Лоренцем, - это не та теория, которую мы называем теорией относительности. У Лоренца сжатие получается не как неизбежное следствие кинематики, а как результат изменения баланса сил между молекулами твердого тела при движении.
- Интерпретация (соглашение) Эйнштейном преобразований Лоренца оказалась глубже интерпретации Лоренца и своим подходом объединила мир явлений (механику, электродинамику, ядерные и др. явления) и как бы объяснила их. У Эйнштейна «сокращение Лоренца» является прямым следствием его двух постулатов: требования неизменности законов природы при изменении инерциальной системы и постоянства скорости света. Но дальше физических явлений интерпретация (соглашение) Эйнштейна не пошла. Это позитивистский подход. В СТО есть свои проблемы. Например, с точки зрения СТО, пространство-время независимо от конкретных пространственно-временных процессов и ведет себя так («растягивается», «сжимается»), как будто оно обладает самостоятельным субстратом (в общей теории относительности оно еще и «искривляется»). СТО (как и ОТО) этот феномен (независимость от конкретных процессов) объяснить не в состоянии и принимает его как данность.
- Здесь мы отметим, что идея произвольных интерпретаций (соглашений) допустима, но вряд ли безоговорочно применима в опытных науках. Системы Птолемея и Коперника логически равноправны, но без «соглашения» (интерпретации) Коперника не были бы найдены законы Кеплера и закон тяготения. Можно было бы построить новую механику и на «соглашении» (интерпретации) Лоренца-Пуанкаре. Но эта механика была бы несравненно сложнее теории относительности Эйнштейна. Как без перехода к гелиоцентрической системе не было бы небесной механики, так без «соглашения» (интерпретации) Эйнштейна не было бы ни теории тяготения, ни современных теорий поля в настоящей их форме [20].
- Изложенная выше интерпретация теории относительности является следующим этапом, более глубоким, чем интерпретация («соглашение») Эйнштейна. Она раскрывает не только мир физических явлений, но и ту сущность, которая за этими явлениями стоит. Она отвергает позитивистский подход и является материалистической. Здесь все пространственно-временные процессы (пространственно-временная структура мира) в конечном счете определены только одним материальным процессом - процессом распространения фундаментального сигнала с «кажущейся», «поперечной» скоростью света, равной $c' = S/t'$ (с точки зрения условно-покоящегося наблюдателя). Косвенное проявление этого основополагающего факта обнаруживается, например, в «кажущемся» замедлении всех временных процессов во взаимно движущихся инерциальных системах отсчета и явно в неинерциальных системах отсчета. К каким новым открытиям приведет изложенная выше интерпретация специальной теории относительности, сейчас предсказать трудно, но уже теперь ясно, что в этом же ключе необходимо проанализировать и общую теорию относительности.

Является ли изложенная выше интерпретация преобразований Лоренца новой? Еще в 1904 году выдающийся математик и физик Анри Пуанкаре подчеркивал, что ограниченное применение новых пространственно-временных преобразований лишь для уравнений электродинамики на самом деле не обеспечивает принцип относительности и поэтому требуется создание совершенно новой механики быстрых движений. В этом состояло глубокое понимание французским ученым того факта, что проблема электродинамики движущихся тел затрагивает общие свойства физических процессов и требует пересмотра основ другой науки - механики. В интерпретации же Эйнштейна главным является пространственно-временной аспект проблемы абсолютного движения и уже в то время в работах многих физиков утвердилась тенденция представлять теорию относительности прежде всего как новую физику пространства и времени, затушевывая роль новой механики сверхбыстрых движений. Пуанкаре выделял новую механику, соответствующую единому принципу относительности, как первопричину всех пространственно-временных отношений, возникающих в движущейся материальной системе. Сторонники же Эйнштейна выдвинули на первое место именно пространственно-временной аспект, подчиняя ему законы движения физических объектов. Поэтому Пуанкаре связал происшедший переворот в физике только с именем Лоренца, совсем не упоминая Эйнштейна. Согласно Пуанкаре, постулаты геометрии пространства-времени - условное соглашение и недоступны проверке, в то время как принцип относительности - экспериментальная истина. И новая форма этого принципа - преобразования Лоренца. Преобразования Лоренца отличаются от старых преобразований тем, что законы физики относительно них инвариантны.

В чем отличие трактовки Пуанкаре от общепринятой, если и в той и в другой речь идет об одних и тех же свойствах пространства и времени? Прежде всего в источнике происхождения этих свойств. Пуанкаре считал первичным началом новую механику. Другие, наоборот, первичными считают необычные свойства масштабов и часов, получая из них релятивистскую механику, как это делали Эйнштейн и Планк. С точки зрения математического вывода конечных соотношений оба подхода допустимы. Существенное различие между ними проявляется лишь в логике построения теории. Даже известный французский ученый Луи де Бройль, автор исходной идеи волновой механики, писал впоследствии: *«Именно эта философская склонность его ума к "номиналистическому" удобству помешала Пуанкаре понять значение идеи относительности во всей ее грандиозности!»* Правда, несколькими строчками ниже де Бройль призывает к осторожному обращению с заблуждениями великих.

«Всегда полезно поразмыслить над ошибками, сделанными великими умами, - предостерегает он, - поскольку они часто имели серьезные основания для того, чтобы их сделать, и поскольку эти великие умы всегда обладают проникновенной интуицией, возможно, их утверждения, сегодня рассматриваемые как ошибочные, завтра окажутся истинными.» [21].

Сейчас уже очевидно, что взгляды Пуанкаре никакой фактической ошибки не содержали. Истоки непонимания этих взглядов кроются в забвении его ранней работы *«Измерение времени»*, в которой он вскрывает условный характер одновременности. Это центральное понятие было введено в теорию относительности Эйнштейном без тех разъяснений его конвенциональной сущности, которые были даны французским ученым. В результате стало возможным такое ошибочное в своей ограниченности понимание этой теории, при котором основное внимание акцентировалось на «несостоятельности» преобразований Галилея. Ограниченными оказались связанные с этой трактовкой представления о существовании в каждой системе отсчета своего само собой идущего времени и своих пространственных масштабов, истолковываемых в отрыве общих свойств физических процессов.

На этот недостаток принятого им построения теории указал впоследствии и сам Эйнштейн, отметив в своей творческой автобиографии неправомочность отделения масштабов

и часов от всего остального мира физических явлений. «Можно заметить, - писал он, - что теория вводит (помимо четырехмерного пространства) два рода физических предметов. . . Это в известном смысле нелогично; собственно говоря, теорию масштабов и часов следовало бы выводить из решений основных уравнений (учитывая, что эти предметы имеют атомную структуру и движутся), а не считать ее независимой от них.» [10]. Этим высказыванием Эйнштейн фактически признал более логичным тот путь построения теории быстрых движений, который избрал Лоренц и который был в свое время признан лишь Пуанкаре [22].

Совпадает ли изложенная мной выше интерпретация преобразований Лоренца с взглядами Пуанкаре. По моему мнению, совпадает, так как согласно излагаемой трактовке этих преобразований, материальной основой пространственно-временных отношений в теории относительности является физический процесс распространения фундаментального сигнала, связывающего между собой структурные элементы любой формы физической материи, в том числе любых часов и масштабов. И это первично. Ниже в главе «Полевая модель инертной и тяжелой массы» я иду дальше и показываю, что инертная и тяжелая массы любых структурных элементов физической материи является следствием связанного состояния нескольких фундаментальных безмассовых частиц. В связи с этим уравнения электродинамики и механики быстрых движений и удовлетворяют преобразованиям Лоренца и порождают новый принцип - единый принцип относительности.

Скорость света – это предельная скорость передачи информации и любых физических взаимодействий и поэтому постоянство этой скорости во всех ИСО – это закон природы. Причина, почему она является предельной, я показываю в статье о полевой модели массы. Движение света принципиально отличается от движения массивных тел, скорость которых меньше скорости света. Скорость света абсолютна, говоря о ней, нам не нужно указывать систему отсчета.

Принцип относительности Эйнштейна утверждает: все законы природы не зависят от поступательного (равномерного) движения систем отсчета. Этот принцип охватывает все физические явления, все типы взаимодействий, все физические процессы.

Принцип относительности Галилея утверждает одинаковость закона движения массивных тел во всех ИСО, а именно закон инерции, который гласит: массивное тело, на которое не действуют другие тела, движется равномерно и прямолинейно. Законы движения тел одинаковы во всех лабораториях, движущихся друг относительно друга равномерно и прямолинейно.

В главе 2 я показываю, что тела, обладающие массой, в своей основе состоят из связанных безмассовых частиц и это очень хорошо объясняет их инертность и тяжесть. Исходя из этого и факта постоянства скорости света в любой ИСО следует закон инерции для массивных тел, то есть равномерное и прямолинейное движение тела, если на него не действуют другие тела. Связанные безмассовые частицы в форме массивных тел движутся по законам, одинаковым во всех лабораториях, движущихся друг относительно друга равномерно и прямолинейно, точно так же, как свет (безмассовая частица) движется по законам, одинаковым во всех лабораториях, движущихся равномерно и прямолинейно друг относительно друга. И в первом и во втором случаях мы имеем дело только с безмассовыми частицами, но в первом случае они связаны друг с другом, а во втором - свободны. Но законы движения во всех ИСО для них одинаковы. Это связано с предельным характером скорости частицы света в свободном, несвязанном состоянии. Следствием этого является сформулированный выше принцип относительности, который в специальной теории относительности постулируется.

Глава 2

Полевая модель инертной и тяжелой массы

«То, что действует на наши чувства в виде вещества, есть на самом деле огромная концентрация энергии в сравнительно малом пространстве. Мы могли бы рассматривать вещество, как такие области в пространстве, где поле чрезвычайно сильно. В нашей новой физике не было бы места и для поля и для вещества, поскольку единственной реальностью было бы поле. . . Но до сих пор мы не имели успеха в последовательном выполнении этой программы.»

А. Эйнштейн «Эволюция физики»

«На рубеже XX и XXI вв., когда количество открытых частиц приблизилось к нескольким сотням, стала вновь популярной нелинейная полевая концепция Эйнштейна: частицы представляют собой сгустки некоего материального поля (неизвестной пока природы), т.е. образования, локализованные в малой пространственной области. В пользу этой точки зрения говорит, в частности, факт взаимного превращения частиц при столкновениях. Различные варианты нелинейной полевой теории частиц рассматривали многие известные физики: Луи де Бройль, Вернер Гейзенберг, Дмитрий Иваненко, Тони Скимр, Яков Терлецкий, Людвиг Фаддеев и др.»

«ФИЗИКА» Энциклопедия, т.16, Москва, Аванта, 2002

2.1 Введение

Научное понимание сущности пространства и времени непосредственно связано с принципом материальности. В мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и времени. Данная формула раскрывает объективные корни реальной пространственности и временности и позволяет установить, каким именно образом различные их аспекты преломляются в научных понятиях. Первым и главным свойством пространства и времени является их материальность, производность от движения материи. Движение есть сущность времени и пространства, а не наоборот (как это может показаться, например, при описании механического перемещения на основе пространственно-временных параметров).

Любая математическая модель или конструкция, призванная установить или объяснить связи и отношения материального мира, лишь в том случае считается истинной, если она соответствует конкретным связям и отношениям. Не теоретическая модель предписывает, каким должен быть материальный мир, а сам этот мир и закономерности его развития являются критерием правильности теоретических предположений, объяснений и выводов.

Между тем часто существует другой подход, когда материальное единство или сущность материального мира выводится из некоторых общих математических моделей. Например: «материя есть возбужденное состояние динамической геометрии. Геометрия определяет законы движения материи». Материальный мир один, а теоретически безупречных моделей множество и каждая из них способна претендовать на полное соответствие целостному и единственному материальному миру. Как же тут быть? Решение дает философия: используя принцип материальности, необходимо отыскать материальные корни теоретических моделей. Несмотря на сложный аппарат современной математики, в ее основы заложены некоторые общие принципы, суть которых нетрудно понять любому человеку. Математика - это наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира (форма также представляет собой отношение). Соответственно, геометрия, как раздел математики, изучает пространственные отношения и формы, а также другие отношения и формы, сходные с пространственными по своей структуре. Любая геометрия, любые используемые в ней понятия и формы описывают не целостный материальный мир, а лишь ту или иную определенную систему объективных отношений. В основе любых геометрий лежат конкретные пространственные отношения. А отношения в отрыве от своих носителей по самой сути не существуют.

В современной физике понятие кривизны пространства - времени до сих пор овещается. Но является ли кривизна чем-то субстанциональным, наподобие пространственной протяженности и временной длительности - неотъемлемых атрибутов материальных вещей, событий, процессов? Нет, понятие кривизны отображает совершенно конкретные в каждом отдельном случае пространственно-временные математические отношения. А отношения по природе своей не имеют иного субстрата, кроме того, которым обладают носители данных отношений. Нет и не может быть отношений самих по себе, в виде некоторой субстанции, существующей помимо или наряду со своими носителями. Поэтому искать абстрактное отношение кривизны в «чистом виде» - вблизи звезд или в межгалактическом пространстве - такое же бесполезное занятие, как и попытка отыскать отношение собственности на фасадах домов, на полках магазинов и т.п. Или, например, производственные отношения - на руках и лицах рабочих и интеллигенции. Геометрические отношения, как и любые другие, сами по себе не имеют какой-либо иной объективной реальности, помимо той, какую дают им носители данных отношений. Поэтому бессмысленными выглядят тезисы типа следующего: «в мире нет ничего, кроме искривленного пространства-времени». Не составляет особого напряжения ума для уяснения того простого и очевидного факта, что кривизна не является атрибутивно-субстратной характеристикой пространства-времени, а представляет собой результат определенного отношения геометрических величин, причем не просто двучленного, а сложного и многоступенчатого математического отношения.

Отношения в отрыве от своих носителей не поддаются чувственному восприятию. Это одна из основных причин отсутствия наглядности, что характерно для многих современных теорий, которые не являются наглядными вовсе не потому, что выражают какую-то особую реальность, неизвестную науке прошлого, а лишь потому, что отображают определенные отношения и различные системы таких отношений.

Например, говоря о квантовой механике с ее принципом неопределенности или о кривизне пространства-времени в общей теории относительности, Ландау обычно подчеркивал, что величайшее достижение человеческого гения заключается в том, что человек может понять то, что он уже не в состоянии представить себе. Все, что рассматривала физика XIX столетия, было вполне представимым. Это касается и многого в современной физике. Но когда речь идет о принципе неопределенности или кривизне пространства-времени, то такие вещи понять можно, а представить нельзя.

Ясно, что кривизна, представляющая собой результат определенного вида геомет-

рических отношений, не является некой сущностью материального мира. Понятие искривленного пространства-времени - всего лишь отражение определенной совокупности пространственно-временных отношений, объективно существующих в материальной действительности [4]. Отысканием материальных корней этого понятия мы займемся в следующем параграфе. Мы покажем что и в общей теории относительности материальным носителем пространственно-временных отношений являются безмассовые кванты энергии. И они же являются материальной основой для понятия «кривизна пространства-времени».

«Идея специальной теории относительности, согласно которой как отражение свойств пространства и времени выступает закон распространения света, получает в общей теории относительности дальнейшее развитие. Свет, обладая энергией и импульсом, подвержен, таким образом, влиянию поля тяготения. Это обстоятельство должно сказаться на законе распространения света, а значит, и на общих законах установления пространственно-временных отношений. Иначе говоря, наличие поля тяготения должно оказывать определенное влияние на свойства пространства и времени, что и имеет место в действительности. Поле тяготения через подвластный его влиянию характер распространения света определяет геометрию пространства. Луч света в известной мере определяет пространственно-временную структуру мира.» [23].

2.2 Полевая модель инертной и тяжелой массы

Уравнения геодезической следуют из соотношения $dS = c'dt'$ и уравнения Эйлера-Лагранжа [17]

$$\frac{d(\partial c' / \partial v_i)}{dt'} - \frac{\partial c'}{\partial x_i} = 0 \quad (2.1)$$

Непосредственной проверкой можно убедиться, что результат записывается в виде

$$\frac{d^2 x^i}{dt'^2} + \Gamma_{kl}^i \frac{dx^k}{dt'} \frac{dx^l}{dt'} = \frac{S''}{S'} \frac{dx^i}{dt'}$$

где S - длина дуги, определенная равенством

$$S' = c' = (g_{ik} v^i v^k)^{1/2}$$

здесь штрих при S означает производную по параметру t' . Если рассматривать S как параметр, то $S' = 1$, $S'' = 0$ и это уравнение приобретает вид

$$\frac{d^2 x^i}{dS^2} + \Gamma_{kl}^i \frac{dx^k}{dS} \frac{dx^l}{dS} = 0 \quad (2.2)$$

в соответствии с геометрической идеологией ОТО. Однако, с новой точки зрения, величина c' в (2.1) есть так называемая «поперечная» скорость света в ускоренной системе отсчета. Действительно, в главе 1 мы показали, что «поперечная» скорость $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$, рассматриваемая в специальной теории относительности, в ускоренных системах отсчета и в общей теории относительности обобщается и принимает вид

$$c' = (g_{ik} v^i v^k)^{1/2}$$

В случае слабого гравитационного поля или равномерно- ускоренного движения это выражение можно записать следующим образом

$$c' = c(g_{00})^{1/2} = c \left(1 + \frac{\gamma x}{c^2} \right)$$

где γ - ускорение частицы, x - ее координата.

Таким образом, движение пробного тела по геодезической обусловлено не геометрией пространства-времени, как чем-то первичным, а изменением «поперечной» скорости света c' между структурными элементами пробного тела под влиянием гравитационного поля.

Чтобы показать это, рассмотрим мысленный эксперимент. В рамках данного мысленного эксперимента есть возможность выявить существенное и отбросить второстепенное с помощью построения модели, элементы которой могут быть подвергнуты математической обработке. В этом отношении всегда желательно построить относительно простую модель сложного явления.

Пусть в системе отсчета K' расположен невесомый цилиндр высотой h (рис.2.1)

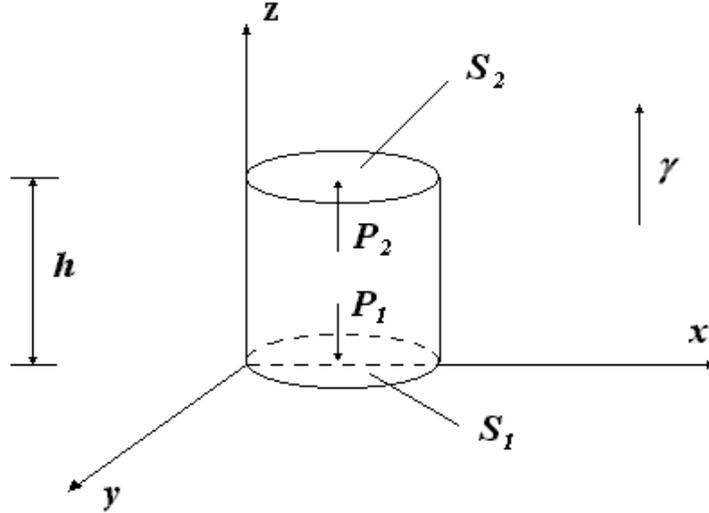


Рис. 2.1: Модель массы

Обозначим верхнюю крышку цилиндра через S_2 , нижнюю – через S_1 . Пусть эта система отсчета K' вместе с жестко закрепленным к ней невесомым цилиндром движется равномерно-ускоренно в направлении положительных значений z с ускорением γ . Пусть из S_2 в S_1 испущен квант света – фотон с энергией E_0 и мы рассматриваем этот процесс в некоторой системе K_0 , которая не обладает ускорением. Положим, что в тот момент, когда энергия излучения E_0 переносится из S_2 в S_1 , система K' обладает относительно системы K_0 скоростью, равной нулю. Световой квант достигнет S_1 спустя время h/c (в первом приближении), где c - скорость света. В этот момент S_1 обладает относительно системы K_0 скоростью $\gamma h/c = v$. Поэтому, согласно СТО, достигающее S_1 излучение имеет не энергию E_0 , а большую энергию E_1 , которая в первом приближении связана с E_0 соотношением

$$E_1 = E_0 \left(1 + \frac{\Delta v}{c} \right) = E_0 \left(1 + \frac{\gamma h}{c^2} \right) \quad (2.3)$$

где $\Delta v = v - 0$

Импульс, передаваемый излучением стенке S_1 , найдем из соотношения

$$P_1 = \frac{E_1}{c} = \frac{E_0}{c} \left(1 + \frac{\gamma h}{c^2} \right) \quad (2.4)$$

Пусть световой квант с такой же энергией E_0 излучается из S_1 в сторону S_2 . Тогда энергия излучения, достигающая стенки S_2 и передаваемый импульс будут иметь следующий вид

$$E_2 = E_0 \left(1 - \frac{\Delta v}{c} \right) = E_0 \left(1 - \frac{\gamma h}{c^2} \right) \quad (2.5)$$

$$P_2 = \frac{E_2}{c} = \frac{E_0}{c} \left(1 - \frac{\gamma h}{c^2}\right) \quad (2.6)$$

Если в системе K' мы одновременно излучим два кванта света одинаковой энергии – один в сторону S_1 и второй в сторону S_2 , то импульсы отдачи, как будет показано, взаимно скомпенсируются и основную роль будут играть импульсы (2.4) и (2.6). Тогда имеем

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{E_0}{c} \left(1 + \frac{\gamma h}{c^2}\right) - \frac{E_0}{c} \left(1 - \frac{\gamma h}{c^2}\right) = \frac{2E_0}{c} \frac{\gamma h}{c^2}$$

Так как $\gamma h/c = \Delta v$, то $\Delta P = (2E_0/c^2)\Delta v$ или $\Delta P = 2m\Delta v$ где m - инертная масса (в пределе, когда $v \ll c$ и членами порядка v^2/c^2 по сравнению с единицей можно пренебречь).

Приведенный вывод согласуется с тем, что масса системы из двух фотонов, с энергией E_0 у каждого, равна $2E_0/c^2$, если они летят в противоположные стороны и равна нулю, если они летят в одну и ту же сторону [11].

Таким образом, невесомый цилиндр, в котором находится излучение, в результате ускорения ведет себя так, как будто он обладает инертной массой m , причем импульс этой инертной массы, как легко видеть из рис.2.1, направлен в сторону, противоположную вектору ускорения γ . Нетрудно видеть, что этот импульс, противодействующий ускорению цилиндра, обусловлен раскомпенсацией импульсов безмассовых квантов энергии, движущихся в замкнутом пространственном объеме. С этой точки зрения понятие импульса безмассовых квантов энергии первично по отношению к массе материального тела, которая является вторичным, производным понятием. Изложенный механизм снимает ореол таинственности с явления инертности массивных материальных тел.

Пусть цилиндр движется относительно системы K_0 равномерно и прямолинейно со скоростью v . В этом случае импульсы отдачи не скомпенсируются. Действительно, если фотон, испущенный из S_2 , имел в инерциальной системе K_0 импульс \mathbf{P} , то импульс отдачи будет $-\mathbf{P}$. Преобразуем его в систему K' по известной формуле преобразования импульса. С точностью порядка v/c получим

$$P'_2 = \frac{P + \frac{E_0 v}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx P + \frac{E_0 v}{c^2} = \frac{E_0}{c} \left(1 + \frac{v}{c}\right)$$

Аналогично для импульса отдачи стенки S_1 получим

$$P'_1 = \frac{P - \frac{E_0 v}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx \frac{E_0}{c} \left(1 - \frac{v}{c}\right)$$

Здесь знак минус возникает из-за того, что скорость v направлена противоположно импульсу отдачи $\mathbf{P}_1 = \mathbf{P}$. Таким образом, суммарный импульс отдачи в системе K' равен по абсолютной величине $2E_0 v/c^2$ и точно компенсирует суммарный импульс фотонов, так что полный импульс системы равен нулю. Следовательно, раскомпенсации импульсов фотонов при равномерном и прямолинейном движении не происходит. Что же произойдет, если цилиндр ускоряется? Пусть фотоны из S_1 и S_2 испущены в момент, когда система K' имеет относительно системы K_0 скорость, равную нулю. В этот момент времени импульсы отдачи $P'_1 = P$ и $P'_2 = P$ преобразуются в систему K' со значениями, равными

$$P'_2 = P + \frac{E_0 v}{c^2} = P; \quad P'_1 = P - \frac{E_0 v}{c^2} = P$$

так как $v = 0$, и точно компенсируют друг друга. В то же время импульсы самих фотонов, достигнув противоположных стенок изменятся, согласно формулам (2.4) и (2.6), в

результате изменения скорости цилиндра от 0 до v . Внешне это проявится как наличие инертной массы. Эту ситуацию можно рассмотреть и в любой другой момент времени, связав с ускоренной системой отсчета мгновенно сопутствующую систему отсчета.

Можно видоизменить опыт и послать одновременно два фотона из одной точки в центре цилиндра к его стенкам S_1 и S_2 . Заведомо ясно, что импульсы отдачи фотонов скомпенсируются в общей начальной точке и основную роль будут играть импульсы фотонов, переданные стенкам цилиндра S_1 и S_2 .

Эйнштейн указал простой физический пример, позволяющий легко понять, почему масса и энергия связаны друг с другом соотношением $E = mc^2$. Он рассмотрел для этого покоящийся относительно лаборатории ящик массы M_B . Пусть этот ящик заполнен электромагнитным излучением, находящимся в термодинамическом равновесии с его стенками. Обозначим энергию этого излучения через E_R .

Известно, что электромагнитное излучение оказывает давление на стенки содержащего его ящика, подобно давлению, вызываемому газом. Пока ящик покоится или движется равномерно, полная сила, приложенная к каждой его стенке, уравнивается силой, приложенной к противоположной стенке. Если же ящик подвергается ускорению a , то благодаря этому ускорению отражающееся от задней стенки ящика излучение будет приобретать дополнительный импульс, тогда как излучение, отражающееся от его передней стенки, будет терять часть своего импульса.

Если произвести подробный подсчет происходящего при этом изменения давления на стенки движущегося ящика, то окажется, что полная сила, действующая на ящик со стороны излучения, равна

$$F_R = -\frac{E_R a}{c^2}$$

Эта сила направлена против ускорения. Поэтому уравнение движения всей системы будет иметь вид

$$M_B a = -\frac{E_R a}{c^2} + F$$

где F - внешняя сила. Это уравнение можно переписать

$$\left(M_B + \frac{E_R}{c^2} \right) a = F$$

Поэтому наличие энергии излучения E_R соответствует появлению добавочной «эффективной массы» E_R/c^2 в том смысле, что эта масса приводит к такому же возрастанию инертности тела (его сопротивления ускорению), как и обычная масса, что и представляет собой одно из характерных проявлений того физического свойства, которое называют «массой» [12, с.118-119.

Из этого примера, приведенного Д. Бомом в указанной книге, видно, что если M_B равно нулю (т.е. ящик невесом), мы приходим к нашему невесомому цилиндру на рис.2.1. Наш подход отличается от вышеуказанного тем, что мы трактуем любую инертную массу (в том числе и массу ящика) через посредство безмассовых квантов энергии.

Таким образом, массивную частицу можно представить как невесомый сосуд, в котором происходит обмен безмассовыми переносчиками взаимодействия. При ускорении такого сосуда суммарный импульс, передаваемый сосуду, становится не равным нулю, что проявляется в форме инертности сосуда. Модель инертной массы очевидным образом показывает, что инерция материальных тел есть их внутреннее свойство и принцип Маха к весомым материальным телам неприменим. Подобный цилиндр будет обладать инерцией и в отсутствие горизонта удаленных масс. Это согласуется с тем обстоятельством, что общая теория относительности никак не связана с принципом Маха. Принцип Маха из принципа относительности инерции трансформирован Эйнштейном в принцип относительности

геометрии пространства-времени. Из модели следует, что пробное тело инертно в связи с раскомпенсацией импульсов безмассовых квантов энергии при ускорении пробного тела.

Многие физики справедливо рассматривают принцип Маха как псевдопроблему. Дирак считал этот принцип физически непонятным и, следовательно, стоящим вне всякого физического знания и потому он не может находиться в арсенале ответственного ученого. Между тем этому принципу (во многом благодаря авторитету Эйнштейна) посвящена большая литература.

Отметим, что наша модель массы на рис.2.1 характеризует так называемую электромагнитную массу. Но сам по себе факт существования массы именно в форме электромагнитной массы, очевидно, не имеет никакого значения. Он указывает только на первичный характер безмассовой (т.е. полевой) формы материи по отношению к ее массивной форме. Трудно представить себе ситуацию, когда электромагнитная масса имеет одно объяснение, а все остальные массы - другое. Поэтому данный частный случай, характеризующий электромагнитную массу, справедлив и для любой другой массы. Это утверждение является гипотезой, но гипотезой правдоподобной, если признать, что в основе весомой формы материи лежат безмассовые кванты энергии. С этой точки зрения наша модель массы является универсальной моделью.

«Когда мы говорим о массе тела, то связываем с ней два понятия, логически совершенно независимых. Мы понимаем под массой, во-первых, некую постоянную, измеряющую сопротивление тела ускорению ("инертная масса"), а во-вторых, – другую постоянную, определяющую величину силы, испытываемой телом в поле тяжести ("тяжелая масса"). Вовсе не очевидно заранее, что инертная масса и тяжелая масса должны совпадать; мы лишь привыкли предполагать, что такое совпадение существует. Убеждение в этом основано на опытных фактах, что ускорение различных тел в поле тяжести не зависит от строения этих тел. Этвеш показал, что инертная и тяжелая массы совпадают во всяком случае с очень большой точностью; его опыты с крутильными весами показали, что относительное отличие обеих масс не больше 10^{-8} .» [12, с.388].

Далее. Пусть невесомый цилиндр (рис.2.1) не ускоряется, а расположен на подставке и находится в слабом статическом поле Земли. Пусть в S_1 потенциал поля приравнен к нулю, а на высоте h он равен Φ . Учитывая принцип эквивалентности, можно записать $gh = \Phi$. Пусть теперь из S_2 в S_1 испущен квант света с энергией E_0 . Тогда энергия и импульс фотона изменятся согласно соотношениям

$$E_1 = E_0 \left(1 + \frac{\Delta\Phi}{c^2} \right); \quad P_1 = \frac{E_0}{c} \left(1 + \frac{\Delta\Phi}{c^2} \right)$$

С другой стороны, испуская квант света с энергией E_0 от S_1 к S_2 , получим

$$E_2 = E_0 \left(1 - \frac{\Delta\Phi}{c^2} \right); \quad P_2 = \frac{E_0}{c} \left(1 - \frac{\Delta\Phi}{c^2} \right)$$

В итоге разность передаваемых импульсов равна

$$\Delta P = \frac{2E_0}{c^2} \frac{\Delta\Phi}{c}$$

где разность потенциалов $\Delta\Phi = \Phi - 0$, и направлена в сторону уменьшения Φ , то есть на рис.2.1 вниз. Таким образом, в первом приближении, когда $v \ll c$ и можно пренебречь членами порядка v^2/c^2 , мы получим

$$\Delta P = -2m \frac{\Delta\Phi}{c} \tag{2.7}$$

И сила, действующая на подставку, имеет вид

$$F_Z = \frac{\Delta P}{\Delta t} = -2m \frac{\Delta \Phi}{c \Delta t} \quad (2.8)$$

Так как для света в слабом поле $c \Delta t = \Delta z$, то

$$F_Z = -2m \frac{\Delta \Phi}{\Delta z}$$

или, в более общем случае

$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = -2m \text{grad } \Phi(\mathbf{r})$$

что следует и из теории тяготения Ньютона.

Пусть подставка убрана. Тогда, в силу закона сохранения импульса, левая часть соотношения (2.7) равна нулю. Тогда равно нулю и $\Delta \Phi$ - изменение потенциала поля. Невесомый цилиндр, находящийся в гравитационном поле, движется так, что потенциал поля в цилиндре постоянен. В формализме ОТО это отражается в том, что потенциалы g_{ik} при ковариантном дифференцировании ведут себя как константы, но только при ускоренном движении цилиндра (движении по геодезической), каковым и является падение.

Отсюда ясно, что «свободное» движение невесомого цилиндра (движение по геодезической) связано с постоянным перераспределением импульсов безмассовых квантов энергии по отношению к стенкам сосуда в гравитационном поле, а не искривлением пространства-времени. Искривление пространства-времени – понятие вторичное, вытекающее из абстрактных формул. Первичным является изменение величины скорости c' между структурными элементами пробной частицы под влиянием ускорения или гравитационного поля.

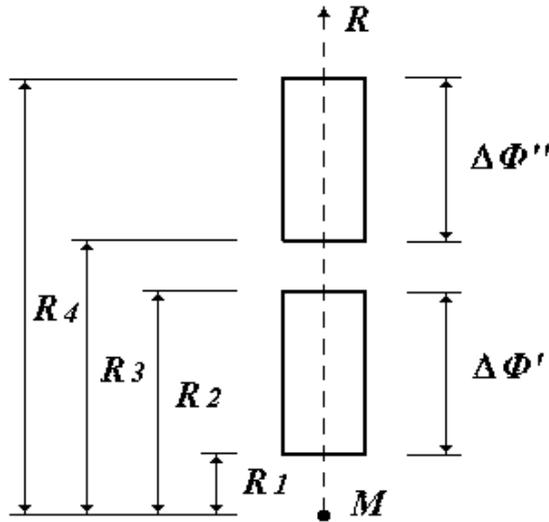


Рис. 2.2: Модель массы

Убрав подставку, мы вынуждаем цилиндр сместиться под действием разности импульсов фотонов ΔP , в результате чего он оказывается в области гравитационного поля с большей разностью потенциалов $\Delta \Phi'$, чем в предыдущий момент времени. Это вновь порождает уже большую разность импульсов $\Delta P'$ и процесс повторяется. Именно таким образом невесомый цилиндр ускоряется в гравитационном поле.

Действительно, рассмотрим гравитирующую массу M и два положения нашего цилиндра в поле этой массы вдоль прямой R (рис.2.2).

Из рис.2.2 видно, что разность потенциалов $\Delta \Phi''$ равна

$$\Delta \Phi'' = -kM \left(\frac{1}{R_4} - \frac{1}{R_3} \right) = -kM \frac{h}{R_3 R_4}$$

где k - гравитационная постоянная Ньютона ; $h = R_4 - R_3$ - высота цилиндра Аналогично для разности потенциалов $\Delta\Phi'$ получим

$$\Delta\Phi' = -kM \frac{h}{R_1 R_2}$$

Так как $R_1 R_2 < R_3 R_4$, то $\Delta\Phi' > \Delta\Phi''$. Отсюда $\Delta P_1 > \Delta P_2$ Поэтому невесомый цилиндр с излучением ускоряется в гравитационном поле по направлению к гравитирующей массе M .

Легко видеть, что ускорение цилиндра равно

$$\gamma = \frac{\Delta\Phi}{\Delta R} = -\frac{kM}{R_3 R_4} = -\frac{kM}{R_3(R_3 + h)} \quad (2.9)$$

Если h мало, то $R_3 \approx R_4$ и мы получаем $\gamma = -kM/R^2$, как и в обычной теории тяготения Ньютона.

Из (2.9) следует, что ускорение γ есть функция от h - высоты цилиндра. Тогда, если существуют фундаментальные структурные единицы массы с планковским размером $l_{pl} = 10^{-33}$ см, то h - величина постоянная. Такими структурными единицами массы могут быть геоны, состоящие из гравитационно связанных фотонов (см. главу 3). Роль невесомых стенок в геоне выполняет его гравитационное поле и импульсы отдачи фотонов будет воспринимать именно оно. Поэтому геон будет обладать всеми теми же инертными и тяжелыми свойствами, что и рассмотренный нами выше невесомый цилиндр.

В рамках гипотезы геонной структуры весомой формы материи может найти решение проблема пропорциональности инертной и тяжелой масс. Действительно, если геоны лежат в основе весомой формы материи и их «падение» во внешнем гравитационном поле происходит независимо друг от друга (так как геон представляет из себя автономную систему с размером 10^{-33} см, то любая пробная частица, составленная из планковских геонов, в целом будет двигаться с тем же ускорением, что и отдельно взятый геон. С другой стороны, в «поле ускорений» пробные тела кинематически также движутся с одинаковым ускорением. Это обстоятельство и может лежать в основе пропорциональности инертной и тяжелой масс. Что же касается универсальности гравитационного поля, то она в излагаемой интерпретации обусловлена взаимодействием гравитационного поля только с безмассовыми квантами энергии, как единой универсальной основой весомой формы материи, что и позволяет описывать тяготение с помощью псевдоримановой геометрии.

В «Беседах» Галилея приводится весьма остроумный довод в пользу того, что тяжелое тело не должно падать быстрее легкого. Допустим, что тяжелое тело падает быстрее легкого. Тогда должно возникнуть следующее противоречие. Представим тело A состоящим из двух тел B и C , имеющих одинаковые массы. Так как B и C легче, чем A , они должны падать с одинаковой скоростью, но медленнее чем A . Но B и C вместе составляют тело A . Следовательно, тело A должно падать медленнее самого себя, что невозможно [25, с.210]. Таким образом, тело A в действительности должно падать с той же скоростью, что и его части B и C . Продолжая дальнейшее деление тела на части, падающие с одной и той же скоростью, мы в итоге придем к мельчайшим одинаковым составляющим тела A , далее уже неделимым (например, к планковским геонам с размером 10^{-33} см). В приведенном рассуждении Галилей, не осознавая того, предвосхитил существование фундаментальных структурных единиц массы. Именно благодаря им любые тела в гравитационном поле «падают» с одинаковым ускорением. Формально же это может быть описано как «свободное» движение пробного тела (движение по геодезической) в искривленном пространстве-времени [27].

Как же понимать связь гравитации с искривлением пространства-времени? Этот вопрос нередко вызывает недоумение даже у специалистов-физиков, не занимающихся непо-

средственно проблемами гравитации. Факт тождества инертной и тяжелой (гравитационной) масс общая теория относительности сделала своей органической составной частью, так что как бы «объяснила» его. В действительности же это не что иное, как просто более утонченное описание гравитации с помощью понятия «искривленное пространство-время». Для пояснения сначала приведем пример из теории электромагнетизма. В одном и том же электромагнитном поле заряды будут ускоряться по-разному, если у них различны отношения заряда к массе (инертной), то есть различны значения удельного заряда. Но если бы система состояла из частиц с одним и тем же удельным зарядом, причем в распоряжении экспериментаторов вообще не было бы частиц с другой величиной удельного заряда, то по измерениям, проводящимся в точке (локально), в принципе невозможно было бы судить об ускорении частиц. Измерения в разных точках выявили бы относительное (но не абсолютное) ускорение частиц и тем самым дали бы информацию о неоднородности электромагнитного поля. Но так случилось, что в природе существуют частицы с разными удельными зарядами и только в силу этого электромагнитное поле приобретает абсолютный смысл. Но гравитационному полю случайно «не повезло». Оно оказалось универсальным. В природе не нашлось объектов, инертная и тяжелая массы которых различны, то есть их удельный гравитационный заряд оказался равным единице. Это значит, что в принципе нельзя абсолютно, не относительно измерить гравитационное поле, то есть не должно быть понятия абсолютной гравитационной силы (в отличие от такой силы электромагнитной, силы Лоренца). Для отдельной частицы все происходит так, как будто она движется «свободно», без действия сил - проходит кратчайшие пути между точками. Однако эти пути определяются геометрией пространства-времени, и если пространство-время не плоское, то соседние пути будут, вообще говоря, неравноценными, будет иметь место неоднородность. Как и в электродинамике в случае частиц с одинаковым удельным зарядом, мы можем здесь говорить только об относительном ускорении масс, но теперь нам не дано другого самой природой вещей, а не выбором постановки эксперимента. Локально мы всегда вынуждены падать вместе с исследуемыми телами. Локально гравитация компенсируется ускорением. Но если локально гравитация компенсируется ускорением, то в протяженной области она не может быть скомпенсирована. Это значит, что в протяженной области пространства-времени в принципе не может существовать прямой линии, если там действует гравитация. Мир оказывается искривленным [27]. Если бы электромагнитное поле вдруг оказалось таким же универсальным, как и гравитационное поле, мы бы и его описывали в терминах искривленного пространства-времени. Но именно описывали и ничего более. Объясняло бы такое описание сущность электромагнитного поля? Нет. Аналогичным образом описание гравитационного поля с помощью понятия «искривленное пространство-время» ничего не говорит о его собственной сущности и сущности его действия на пробные тела.

Как отмечал В.А.Фок, основными принципами, лежащими в основе теории тяготения Эйнштейна, будут не общая относительность, которой в действительности не существует, и не принцип эквивалентности. В действительности первая основная идея есть идея хроногеометрии, т.е. объединение пространства и времени в единое четырехмерное многообразие с индефинитной метрикой (эта идея была осуществлена уже в теории относительности 1905 года). Вторая основная идея есть идея единства метрики и тяготения. Формальное выражение этой идеи состоит в том, что метрика и тяготение описываются одними и теми же величинами - метрическим тензором, компоненты которого являются в то же время гравитационными потенциалами. Таковы две идеи, являющиеся истинной основой эйнштейновской теории тяготения. Что касается принципа эквивалентности, то он в историческом аспекте может рассматриваться как указание на возможный (а именно хроногеометрический) путь построения теории, а в физическом аспекте - как приближенное следствие, приобретающее практическое значение при изучении локальных свойств

поля тяготения. Общий же принцип относительности, понимаемый как требование общей ковариантности уравнений, имеет чисто формальный характер, и никаких физических следствий из него получить нельзя [28, с.265].

Нетрудно видеть, что хроногеометрия обусловлена тем, что в основе пространственно-временных отношений в СТО и ОТО лежат движения безмассовых частиц, и этим же обстоятельством обусловлено единство метрики и тяготения, так как гравитационное поле непосредственно воздействует только на безмассовые кванты энергии, являющиеся субстанциональной основой пространственно-временных метрических отношений в общей теории относительности.

Так как модель массы на рис.2.1 является не только инертной, но и тяжелой, т.е. гравитирующей, то из нее следует, что гравитационное поле порождается внутренним либо внешним движением материи со скоростью света. Если уничтожить это движение, то, согласно нашей концепции, исчезнет и гравитационное поле. Так как и гравитоны движутся со скоростью света, они также порождают гравитационное поле. Поэтому гравитационное поле является самодействующим (то есть нелинейным) полем..

В модели массы инертность и тяжесть являются следствием нарушения ранее симметричного состояния цилиндра в результате его ускорения. Отметим здесь аналогию с появлением массы у W и Z бозонов в теории электрослабых взаимодействий в результате спонтанного нарушения симметрии с помощью хигсовских бозонов. Сходство здесь в том, что и в том и в другом случаях масса появляется в результате нарушения ранее симметричного состояния. Не исключено, что механизм появления массы у безмассовых квантов энергии, изложенный здесь, каким-то образом связан с хигсовскими бозонами, которые, согласно последним сообщениям, как будто бы уже обнаружены в эксперименте.

Интересным является вопрос, сможет ли наш невесомый цилиндр двигаться быстрее света? Так как наш цилиндр фактически состоит из безмассовых квантов энергии, связанных между собой гравитационным взаимодействием, то этот вопрос сводится к следующему: сможет ли свет обогнать свет (то есть сам себя)? Ответ очевиден - не сможет. Система из двух связанных фотонов, как нами было показано выше, уже обладает инерционными свойствами и поэтому будет двигаться со скоростью, меньшей скорости света и даже покоиться. Из простых соображений ясно, что скорость света для такой системы будет предельной скоростью. Таким образом и разрешается загадка существования в природе предельной скорости для массивных тел, равной скорости света.

Безмассовые кванты энергии, фотоны, участвуют только в гравитационном взаимодействии. Но гравитационное взаимодействие способно образовать систему из двух связанных фотонов только на планковском уровне, где оно является достаточно сильным [29]. Поэтому для образования системы из двух связанных фотонов на более низком энергетическом уровне необходимо предположить некое новое взаимодействие (x - взаимодействие [30], в дополнение к электромагнитному, слабому, сильному и гравитационному. Это взаимодействие, скорее всего и будет ответственным за образование массивных элементарных частиц из фотонов.

Построенная нами модель массы позволяет наметить путь для создания антигравитатора. Для этого необходимо найти способ воздействия на безмассовые кванты энергии (основу массивных тел) с целью изменения их частотных характеристик для нейтрализации влияния гравитационных полей. Например, построить соленоид, внутри которого нейтрализующее электромагнитное поле изменяется по градиенту пропорционально высоте соленоида и, таким образом, как бы «уничтожает» гравитационное поле внутри соленоида.

Вернемся еще раз к вопросу о замедлении времени в гравитационном поле. С точки зрения падающего наблюдателя время продолжает у него идти так, как и раньше. Удаленный, покоящийся наблюдатель, находящийся в плоском пространстве-времени, объяснит эту странную ситуацию тем, что все, наблюдаемое падающим наблюдателем, замедлилось

в одной и той же пропорции, включая его пульс и темп, в котором он стареет. Именно поэтому падающий наблюдатель не замечает изменения темпа хода времени.

Но чтобы такое пропорциональное замедление всех временных процессов действительно имело место, необходим универсальный материальный носитель этих временных процессов. Им и являются безмассовые кванты энергии, движущиеся со скоростью света. Неумолимый ход времени прямо связан с неуничтожимым движением света.

Гравитационное поле, воздействуя на скорость движения безмассовых квантов энергии (как среда) в соответствии с соотношением $c' = (g_{ik}v^i v^k)^{1/2}$ или, в собственной системе отсчета, с соотношением $c' = c(g_{00})^{1/2}$ изменяет скорость течения всех временных процессов (физических, биологических, социальных и т.п.). Отсюда с необходимостью следует, что все массивные материальные тела в своей основе состоят из связанных безмассовых квантов энергии (геонов). Только в этом случае гравитационное поле способно универсальным образом воздействовать на всю весомую материю. Причем, поскольку такая основа является фундаментальной, линейные размеры геонов не должны превышать 10^{-33} см, т.е. геоны должны быть планковскими геонами. Поэтому теоретический анализ образования планковских геонов должен быть следующим этапом в нашем исследовании. Этому этапу посвящена глава 3 [29, с.23-42].

2.3 Заключение

Итак, исходя из требования, что за любым пространственно-временным процессом должен быть конкретный материальный носитель данного процесса и с помощью построенной ранее модели СТО мы пришли к выводу, что движение световых сигналов и физическое пространство-время – это понятия тождественные. В новой интерпретации СТО и ОТО все пространственно-временные процессы основаны на обмене световыми (или аналогичными световым, безмассовыми) сигналами между структурными элементами физических тел.

Взаимодействие безмассовых полей с гравитационным полем может быть обусловлено рассеянием квантов этих полей на гравитонах – квантах гравитационного поля, что феноменологически можно представить себе в виде кинематического показателя преломления гравитационной среды

$$n = c/c' = \frac{c}{(g_{ik}v^i v^k)^{1/2}} \quad (2.10)$$

Отсюда получим

$$t' = t_0 n; \quad l' = \frac{l_0}{n} \quad (2.11)$$

И так как безмассовые кванты энергии формируют посредством взаимодействий пространственно-временную метрику между телами, то, учитывая (2.10) и (2.11), гравитационное поле оказывается ответственным за метрику пространства-времени в мире массивных объектов. Геометрия и тяготение, таким образом, оказываются тесно связанными между собой.

В главе 1 мы пришли к выводу, что субстанциональной основой пространства-времени «вообще» являются безмассовые кванты энергии. В настоящей статье этот вывод получил свое дальнейшее развитие. С этой точки зрения геоны служат воплощением идеи Эйнштейна о частицах как сгущениях (сингулярностях) искривленного пространства-времени.

Эйнштейн писал: «Мы приходим к странному выводу: сейчас нам начинает казаться, что первичную роль играет пространство; материя же должна быть получена из

пространства, так сказать, на следующем этапе.» [9, с.243]. Однако, если субстанциональной основой пространства-времени являются безмассовые кванты энергии, этот вывод уже не кажется странным, так как именно они являются основой весомой формы материи.

Современное развитие физики подтверждает указанную точку зрения, но подходит к этому с другой стороны – со стороны объединения всех четырех взаимодействий и их точной симметрии при энергии $E_{pl} = 10^{19}$ ГэВ. В планковских масштабах частицы материи (как реальные, так и виртуальные), пока еще не имеют масс (то есть они подобны фотону). Внутренняя причина возникновения метрических отношений в пространстве и времени заключается именно в этом обстоятельстве.

В ортодоксальной интерпретации СТО и ОТО на первый план выходят понятия пространства и времени «вообще», что не позволяет выявить материальные корни этих теорий и фактически затушевывает их суть. Ньютоновскую физику роднит с СТО и ОТО то обстоятельство, что все они исходят из представления о мире, как о пространственно-временном вместилище всего сущего, независимом от материи. В рамках этих теорий мир, или пространство-время, может рассматриваться и в отсутствие материи. В настоящее время ясно, что это фундаментальное предположение выглядит недостаточно обоснованным. Целью настоящей книги как раз и является попытка предложить другую структуру теоретической физики и указать то место на пути развития этой науки, начиная с которой она могла бы отклониться от выбранного ею магистрального пути.

2.4 Послесловие. Движение и мир света

В заключение этой статьи, подытоживая все изложенное выше, выскажем некоторые гипотезы по поводу феномена движения массивных материальных тел. Действительно, что является истинной причиной относительного покоя или относительного движения тел. Мы знаем, что есть только одни частицы, которым движение присуще изначально. Это частицы, не имеющие массы покоя. Не они ли являются причиной всех остальных движений? Из нашей модели массы следует, что это действительно так. Поэтому мы должны рассматривать мир с позиции светового сигнала. Первичное, истинное движение - это движение безмассовых частиц. Оно является основополагающим. Все остальные движения вторичны, производны от этого первичного процесса.

Мир безмассовых частиц и мир массивных частиц - это два разных мира. И первый из них порождает второй.

С этой точки зрения все движения в различных полях, а также движение по инерции являются аномалией природы, следствием того, что безмассовые частицы оказались запертыми в замкнутом пространственном объеме. Мы привыкли считать инерциальное состояние материи первичным, а неуничтожимое движение света отклонением от общего правила. Но все, видимо, обстоит как раз наоборот. Эта ситуация аналогична случаю с системами Птолемея и Коперника. Система Птолемея отразила наши наглядные представления о движении Солнца и звездного небосвода. Нужен был Коперник, чтобы расставить все по своим местам. Так и современная физика строилась на основе понятий «относительный покой», «относительное движение», как первичных, наглядных понятий. Сегодня необходимо поменять данную точку зрения на более отвечающую реальной действительности. Первичным является не относительный покой, а неуничтожимое движение света.

Что же дает такой подход? Если принять положение о том, что состояние мира, в котором существуют только безмассовые частицы, первично, а состояние мира, в котором есть «масса покоя» и «пространственно-временные отношения» - вторично, то при таком подходе не покажется удивительным и парадоксальным постулат Эйнштейна о постоянстве

скорости света в любой инерциальной системе отсчета. Сами массивные ИСО являются образованиями вторичными, производными по отношению к свету и его движению. Выше мы уже показали, что существование в природе предельной скорости для скорости движения массивных тел (каковой является скорость света) обусловлено тем обстоятельством, что массивные тела в своей основе состоят из безмассовых (возможно, световых) частиц. Но свет не может обогнать свет (то есть сам себя). Система из двух связанных фотонов обладает инерционными свойствами и потому будет двигаться со скоростью, меньшей скорости света и даже покоиться. Скорость света для такой системы будет предельной скоростью. Таким образом и разрешается загадка существования в природе предельной скорости для массивных тел, равной скорости света. Действительно, нетрудно представить себе ситуацию, когда скорость движения тел будет конечной (бесконечная скорость - это бессмыслица), но неограниченной, то есть не имеющей предела. Но в действительности предел скорости существует. Механизм образования подобного предела скорости мы и раскрыли выше. А из существования предельной скорости для массивных материальных образований уже как следствие вытекает вывод о постоянстве скорости света в любой инерциальной системе отсчета. Таким образом, в построенной нами модели массы мы обнаруживаем естественное обоснование этому важнейшему из постулатов Эйнштейна.

Действительно, если принять, что в природе существует предельная скорость распространения сигналов (массивных или безмассовых), то ее абсолютная величина должна быть одна и та же во всех инерциальных системах отсчета. Ведь все эти системы, согласно принципу относительности, равноправны, и нельзя указать физический опыт, в результате которого можно было бы обнаружить различие между ними. Если бы предельная скорость распространения взаимодействий была разной в разных инерциальных системах отсчета, стало бы возможным отличить одну инерциальную систему от другой. Если считать принцип относительности универсальным, это невозможно. Отсюда следует, что предельная скорость (скорость света в вакууме) должна быть одной и той же в любой инерциальной системе отсчета.

Следовательно, постулат Эйнштейна о том, что значение скорости света в вакууме одно и то же во всех инерциальных системах отсчета можно заменить положением о том, что в природе существует предельная скорость передачи сигнала. Это главное утверждение. А в такой форме этому постулату легче найти рациональное объяснение (смотрите выше построенную мной модель массы).

Говоря о пространстве и времени подчеркнем, что к пространственно-временным отношениям нас привязывает масса, она мешает нам «лететь» со световой скоростью, когда время как бы останавливается, а пространство теряет смысл. В мире света нет ни точек, ни мгновений, сотканное из света существа жили бы нигде и никогда.

Именно потому, что свет первичен, нет никакого смысла вводить механический эфир с его упругими свойствами для объяснения распространения электромагнитных или гравитационных волн. Такой эфир будет только вторичным порождением по отношению к свету и его миру. Свет существует в мире без вещества, обладающего массой, без упругого (следовательно, массивного) эфира, без пространственно-временных отношений.

Глава 3

Геоны, черные дыры и фундаментальная планковская длина

3.1 Введение

В работе [31, с.525] геоны определяются следующим образом. Это метастабильное объединение энергии электромагнитных или гравитационных волн, сдерживаемых воедино собственным гравитационным притяжением.

При построении геонов используются следующие соображения. Гравитационное ускорение, необходимое для удержания излучения на круговой орбите радиуса R , по порядку величины составляет c^2/R . Ускорение, имеющее место вследствие гравитационного притяжения в сгустке лучистой энергии с массой M , по порядку величины равно kM/R^2 , где k - ньютоновская константа тяготения. Оба этих ускорения совпадают по порядку величины, когда радиус $R \approx kM/c^2$. При соблюдении этих условий можно получить сгусток излучения, которое удерживает себя собственным гравитационным полем [32, с.64–66)].

В данном случае геоны представляют собой некантованную классическую массу, не имеющую отношения к физике элементарных частиц.

Здесь же будет рассмотрена система, состоящая из двух гравитационно взаимодействующих фотонов. Будет показано, что при некоторой определенной энергии такая система превращается в планковский геон - частицу с размером $l_{pl} = 10^{-33}$ см, массой $m_{pl} = 10^{-5}$ г и сложной внутренней структурой, которая может быть охарактеризована как микрочерная дыра в пространстве и времени. Вполне вероятно, что такие объекты могли возникать в первые доли секунды «Большого Взрыва», поэтому теоретический анализ образования планковских геонов представляет собой определенный интерес.

3.2 Качественный квантово-теоретический анализ образования геонов

Из общей теории относительности известно, что любая форма энергии, в том числе энергия безмассовых квантов, способна генерировать гравитационное поле. Отсюда следует, что два одиночных фотона могут между собой гравитационно взаимодействовать и, таким образом, образовать связанную систему - геон.

В рамках классической физики Ньютона потенциальная энергия E_{pot} создаваемая гравитационными полями масс M и m , имеет вид

$$E_{pot} = k \frac{Mm}{R} \quad (3.1)$$

где k - постоянная тяготения Ньютона, M и m - гравитирующие массы, R - расстояние между массами.

Воспользуемся соотношением (3.1) (в классическом приближении) применительно к системе из двух гравитационно взаимодействующих фотонов одинаковой энергии. Можно показать [29, с.25-42], что для фотонов вместо масс M и m нужно подставить величины импульсов фотонов, делённых на скорость света, т.е. P/c . Тогда (3.1) переписывается следующим образом

$$E_{pot} = \frac{k}{c^2} \frac{P^2}{R} \quad (3.2)$$

Задачу о движении двух фотонов, взаимодействующих только друг с другом, по аналогии с двумя взаимодействующими массивными частицами, можно свести к задаче о движении одного фотона. Приведенный импульс системы из двух одинаковых фотонов равен $P' = P/2$, где P' - приведенный импульс, P - импульс каждого из фотонов.

Тогда полная энергия геона (в первом приближении) принимает следующий вид

$$E = E_{kin} + E_{pot} = P'c - \frac{k}{c^2} \frac{P^2}{R} = \frac{Pc}{2} - \frac{k}{c^2} \frac{P^2}{R} \quad (3.3)$$

где $E_{kin} = P'c$ - кинетическая энергия системы из двух фотонов; c в первом слагаемом - относительная скорость фотонов, равная скорости света.

Уравнение (3.3) можно переписать следующим образом

$$E = \frac{Pc}{2} \left(1 - \frac{R_g}{R} \right) \quad (3.4)$$

где $R_g = 2kP/c^3$ - так называемый гравитационный радиус геона, который, как нетрудно видеть, отличается по форме от гравитационного радиуса обычных частиц, имеющего вид $R_g = 2kM/c^2$. Это связано с тем, что в геоне M необходимо заменить на P/c .

Отметим, что уравнения (3.3) и (3.4) справедливы не только для безмассовых частиц, но и для массивных ультрарелятивистских микрообъектов. Однако здесь мы акцентируем внимание только на свойствах безмассовых частиц, как более фундаментальной (с точки зрения автора) формы материи.

Уравнение (3.3) аналогично уравнению для полной энергии атома водорода. Из квантовой механики известно, что оценить энергию основного состояния атома водорода можно с помощью соотношения неопределенностей Гейзенберга. Аналогичным образом мы поступим и в данном случае. Чтобы использовать уравнение (3.3) в квантовой теории (в качественном приближении), будем рассматривать величины P и R , входящие в уравнение (3.3), как неопределенности импульса и координаты. Отметим, что R в (3.3) характеризует размер области, занимаемой геоном. С другой стороны, R можно трактовать, как радиус кривизны траектории фотонов.

Согласно соотношению неопределенностей, величины P и R связаны друг с другом. Положим $PR \approx \hbar$, где \hbar - постоянная Планка. Используя это соотношение, исключим величину R из (3.3). Получим

$$E(P) = \frac{Pc}{2} - k \frac{P^3}{\hbar c^2} = \frac{Pc}{2} \left(1 - \frac{2P^2}{P_{pl}^2} \right)$$

где $P_{pl}^2 = (\hbar c^3/k)^{1/2}$ - планковский импульс.

Функция $E(P)$ имеет максимум при некотором значении $P = P_1$. Обозначим ее через E_1 . Величину E_1 можно рассматривать как оценку энергии основного состояния геона, а величину $R_1 = \hbar/P_1$ - как оценку линейных размеров геона. Приравнивая нулю производную dE/dP находим, что

$$P_1 = \left(\frac{\hbar c^3}{6k} \right)^{1/2}; \quad R_1 = \frac{\hbar}{P_1} = \left(\frac{6k\hbar}{c^3} \right)^{1/2} \approx l_{pl} = 10^{-33} \text{ cm}$$

$$E_1 = \left(\frac{\hbar c^5}{54k} \right)^{1/2} \approx 10^{19} \text{ GeV}$$

Как видно из полученных оценок, геон, состоящий из двух гравитационно взаимодействующих фотонов, имеет планковские размеры и планковскую массу.

Используя соотношение неопределенностей, найдем из (3.3) зависимость $E(R)$. Имеем

$$E(r) = \frac{\hbar c}{2R} - \frac{\hbar^2 k}{c^2 R^3} = \frac{\hbar c}{2R} \left(1 - \frac{2l_{pl}^2}{R^2} \right)$$

где l_{pl} - фундаментальная планковская длина.

График функции $E(R)$ имеет вид

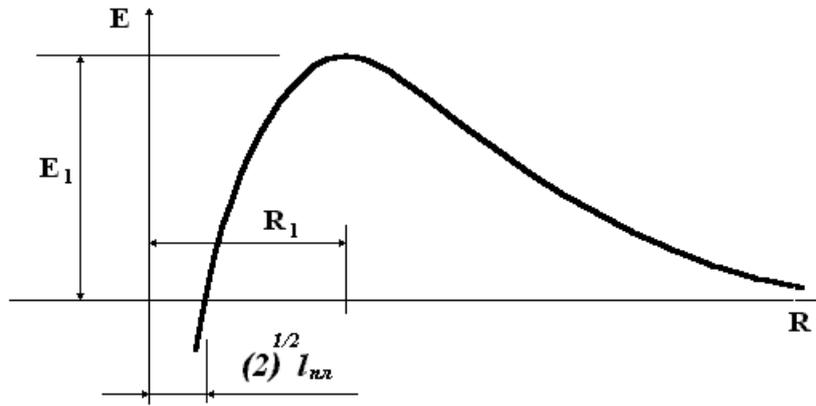


Рис. 3.1: График функции $E(R)$

Из рис.3.1 видно, что свободных фотонов с энергией, большей 10^{19} Гэв в природе быть не может. На этом энергетическом уровне безмассовые кванты энергии взаимодействуют друг с другом, превращаясь в микроскопические чёрные дыры с размером 10^{-33} см.

Точка пересечения графика функции $E(R)$ с осью R на рис.3.1 соответствует горизонту событий, отстоящем от сингулярного состояния геона ($R = 0$) на расстоянии $\sqrt{2}l_{pl}$. Отметим, что для внешнего наблюдателя уменьшение полной энергии геона с ростом импульсов фотонов выглядит, как уменьшение их частоты («покраснение»), что непосредственно связано с замедлением временных процессов вблизи горизонта событий.

Полное решение задачи о движении частицы в центральном поле можно получить, исходя не только из законов сохранения энергии, но и момента. В классической механике для полной энергии двух гравитационно взаимодействующих массивных тел мы имели бы следующее выражение

$$E = \frac{\mu v^2}{2} + \frac{N^2}{2\mu R^2} + U(r) \quad (3.5)$$

где μ - приведенная масса, N - орбитальный момент импульса приведенной массы, $U(r)$ - потенциальная энергия взаимодействия частиц.

Для геона уравнение (3.5) переписется следующим образом

$$E = P_r c \left(1 - \frac{R_g}{R} + \frac{1}{2} \frac{P_\varphi^2}{P_r^2} \right) \quad (3.6)$$

где P_r – приведенный импульс фотонов, R_g – гравитационный радиус геона, $P_\varphi = N/R$ – орбитальный импульс «приведенного» фотона.

Наличие центробежной энергии, обращающейся при $R \rightarrow 0$ в бесконечность как $1/R^2$ приводит обычно к невозможности проникновения движущихся частиц к центру поля ($R = 0$), даже если последнее само по себе имеет характер притяжения. Таким образом, наличие центробежной энергии могло бы снять проблему сингулярного состояния геона.

Необходимость рассмотрения в этом параграфе взаимодействия фотонов в рамках ньютоновской физики обусловлено тем, что при таком подходе естественным образом появляется величина $R_g = 2kP/c^3$, которую можно трактовать как гравитационный радиус геона. В рамках же общей теории относительности сразу обосновать появление этой величины несколько сложнее. Тем не менее ясно, что для более полного анализа необходимо обратиться к общей теории относительности, описывающей сильные гравитационные поля.

3.3 Геоны в общей теории относительности

Рассмотрим движение «приведенного» фотона в центрально-симметричном гравитационном поле. Как и во всяком центральном поле, движение будет происходить в одной плоскости, проходящей через начало координат; выберем эту плоскость в качестве плоскости $\Theta = \pi/2$. Воспользуемся уравнением Гамильтона-Якоби, с учетом того, что масса частицы равна нулю

$$g_{ik} \frac{\partial S}{\partial x^i} \frac{\partial S}{\partial x^k} = 0$$

где S – действие.

Коэффициенты g_{ik} возьмем из решения Шварцшильда. Тогда получим уравнение движения «приведенного» фотона в центрально-симметричном гравитационном поле

$$e^{-v} E^2 - e^v P_R^2 c^2 - \frac{N^2 c^2}{R^2} = 0 \quad (3.7)$$

где $e^v = 1 - R_g/R$; $R_g = 2kP/c^3$ – гравитационный радиус геона, P_R – импульс каждого из фотонов; N – орбитальный момент импульса «приведенного» фотона; $Nc/R = P_\varphi$ – центробежная энергия «приведенного» фотона.

Разложим (3.7) в ряд по степеням $1/R$. Получим

$$E = P_R c \left(1 - \frac{R_g}{R} + \frac{1}{2} \frac{P_\varphi^2}{P_R^2} + \dots \right) \quad (3.8)$$

Как можно видеть из этого разложения, в третьем приближении оно совпадает с уравнением (3.6).

Перепишем (3.7) следующим образом

$$E^2 = \left(1 - \frac{2kP_R}{Rc^3} \right)^2 \frac{P_R^2 c^2}{4} + \left(1 - \frac{2kP_R}{Rc^3} \right) \frac{N^2 c^2}{R^2} \quad (3.9)$$

Уравнение (3.9) является основным уравнением для полной энергии геона. Его точное решение будет иметь важное значение для планковской физики. Обсудим найденное нами уравнение (3.9) с помощью простых качественных рассуждений. Наши выводы не будут

претендовать на строгость и полноту и их можно расценивать скорее как разведку путей дальнейших исследований, чем как чётко сформулированные результаты. Решение уравнения (3.9), если его записать в операторном виде, требует довольно сложной математики. Поэтому вместо точного решения мы ограничиваемся качественным рассмотрением.

Пусть $2\pi R$ - длина n -ой бордовской орбиты. По орбите движется «приведенный» фотон с дебройлевской длиной волны $\lambda_n = 2\pi\hbar/P_R$. На длине орбиты должна укладываться n раз длина волны «приведенного» фотона λ_n . Следовательно $2\pi R = n\lambda_n$. Отсюда получаем бордовское условие квантования орбит

$$P_R R = n\hbar$$

или

$$P_R = \frac{n\hbar}{R} \quad (3.10)$$

где n - главное квантовое число.

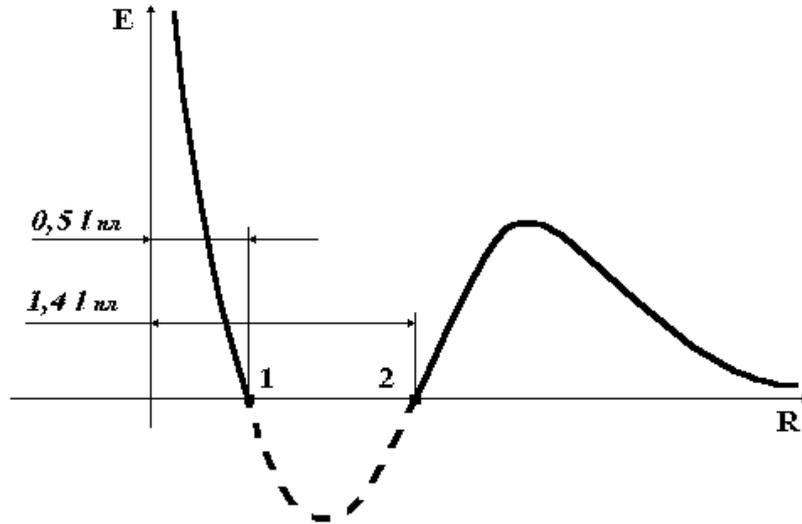


Рис. 3.2: График функции $E(R)$ с учетом момента импульса геона

Далее. Наблюдаемое значение квадрата момента импульса микрообъекта выражается формулой

$$N^2 = \hbar^2 l(l+1) \quad (3.11)$$

где l - целое число.

Если учесть, что полный момент импульса J «приведенного» фотона состоит из двух слагаемых: орбитального момента l и спинового момента s , которые складываются векторно, то (3.11) переписывается следующим образом

$$J^2 = \hbar^2 j(j+1) \quad (3.12)$$

где j - квантовое число полного момента импульса. При качественном анализе, подставляя в (3.9) вместо P_R величину $n\hbar/R$, вместо N^2 величину $\hbar^2 j(j+1)$, получим

$$E^2 = \left(\frac{n\hbar c}{2R}\right)^2 \left(1 - \frac{2l_{pl}^2 n}{R^2}\right)^2 + \left(\frac{\hbar c}{R}\right)^2 \left(1 - \frac{2l_{pl}^2 n}{R^2}\right) [j(j+1)] \quad (3.13)$$

где l_{pl} - фундаментальная планковская длина, которая здесь появляется автоматически благодаря найденному нами новому выражению для гравитационного радиуса геона.

Отметим, что если для одиночного фотона полный момент импульса j пробегает значения $1, 2, 3, \dots, j \neq 0$, то для системы из двух фотонов полный момент импульса j пробегает значения $0, 2, 3, 4, 5 \dots$. Значение $j = 1$ невозможно ([6, с.33-47].

Полный момент импульса существенным образом влияет на график функции $E(R)$ полной энергии геона вблизи сингулярной точки $R = 0$. Действительно, пусть $n = 1, j = 2$.

Тогда график функции $E(R)$ будет иметь вид (рис.3.2)

На рис.3.2 изображена только правая часть графика $E(R)$ при $R > 0$. При $R < 0$ левая часть графика симметрична правой его части. Кривая графика между точками 1 и 2 отсутствует (является мнимой), что характерно для черной дыры.

Из рис.3.2 видно, что наличие центробежной энергии Nc/R в корне меняет поведение геона вблизи сингулярной точки ($R = 0$). Геон в этом случае имеет не один, а два горизонта событий - внешний и внутренний (точки 1 и 2), разделенные промежутком $0, 9l_{pl}$. Сингулярное состояние достигается геоном при $R = 0$. Однако из рис.3.2 видно, что при приближении геона к сингулярному состоянию его полная энергия растет, что соответствует отталкиванию от сингулярности. Таким образом, область R , меньшая $0, 5l_{pl}$, соответствует антигравитации. Рост полной энергии геона и, соответственно, отталкивание от сингулярной точки обусловлено центробежной энергией геона.

В том случае, когда безмассовые кванты энергии обладают еще и зарядами, выражение для e^v из соотношения (3.7), согласно решения Райснера-Нордстрема, необходимо записать следующим образом

$$e^v = 1 - \frac{R_g}{R} + \frac{kQ^2}{c^4 R^2} \quad (3.14)$$

где Q - общий заряд геона.

Тогда уравнение (3.9) для полной энергии заряженного геона принимает вид

$$E^2 = \left(1 - \frac{R_g}{R} + \frac{kQ^2}{c^4 R^2}\right)^2 (P'_R)^2 c^2 + \left(1 - \frac{R_g}{R} + \frac{kQ^2}{c^4 R^2}\right) P_\varphi^2 c^2 \quad (3.15)$$

Вспомним теперь, что заряд частицы можно выразить через постоянную тонкой структуры α

$$Q^2 = \alpha \hbar c$$

Отметим, что постоянная тонкой структуры или константа Зоммерфельда α при $v = c$ в планковских масштабах должна быть равна 1. Здесь гравитация также становится сильным взаимодействием. Так как заряженный безмассовый квант движется со скоростью света, то для него отсюда следует

$$Q^2 = \hbar c$$

Тогда

$$\frac{kQ^2}{c^4 R^2} = \frac{k\hbar}{c^3 R^2} = \frac{l_{pl}^2}{R^2} \quad (3.16)$$

При качественном анализе, подставляя в (3.15) вместо P_R^2 величину $n^2 \hbar^2 / R^2$, вместо P_φ^2 величину $(\hbar^2 / R^2) j(j+1)$, а вместо заряда Q^2 величину $\hbar c$, получим следующее уравнение

$$E^2 = \left(\frac{n\hbar c}{2R}\right)^2 \left(1 - \frac{l_{pl}^2 n}{R^2}\right)^2 + \left(\frac{\hbar c}{R}\right)^2 \left(1 - \frac{l_{pl}^2 n}{R^2}\right) [j(j+1)] \quad (3.17)$$

Это уравнение аналогично уравнению (3.13).

В принципе, можно рассмотреть геон и в рамках решения Керра-Ньюмена, описывающего вращающиеся заряженные объекты. Однако будет ли правомерным такое действие? Я думаю, что нет. Я считаю неправомерным рассматривать геоны в рамках решения Керра-Ньюмена, так как это решение было разработано для вращающихся тел,

обладающих массой. Хотя в целом геон имеет массу, его составные части (фотоны, глюоны и т.п.) этим свойством не обладают. У геонов нет прослеживаемых в пространстве и во времени массивных частей. Поэтому «вращающихся» геонов не существует.

Внутренний горизонт событий черной дыры в литературе называется горизонтом Коши. Он возникает, когда угловой момент или электрический заряд черной дыры не равен нулю. Поэтому топология внутренности вращающейся или заряженной черной дыры существенно отличается от топологии черной дыры Шварцшильда. В геоне горизонт Коши возникает потому, что фотоны вращаются вокруг общего центра тяжести, поэтому угловой момент геона не равен нулю. Горизонт Коши, как видно на рис.3.2, является поверхностью с бесконечным синим смещением (кривая графика слева уходит вверх к бесконечному значению энергии E). Падающее внутрь черной дыры гравитационное излучение движется вдоль траекторий, близких к генераторам горизонта Коши, и плотность энергии этого излучения будет претерпевать бесконечное синее смещение при приближении к горизонту Коши. Эволюция во времени внутри бездны черной дыры выглядит следующим образом. Существует слабый поток гравитационного излучения в черную дыру через внешний горизонт событий, поскольку вне ее имеются малые возмущения. Когда это излучение достигает горизонта Коши, оно претерпевает бесконечно синее смещение. Гравитационное излучение с бесконечно синим смещением, вместе с излучением, рассеянным кривизной пространства-времени внутри черной дыры, приводит к гигантскому росту параметра массы черной дыры и, в конце концов, приводит к образованию сингулярности кривизны пространства-времени вдоль горизонта Коши (на рис.3.2 сингулярное состояние возникает при $R = 0$, в этом месте энергия бесконечна). Здесь возникают бесконечные приливные силы [34]. Отметим далее, что в геоне при $j \geq 2$ выполняется так называемое правило космической этики: «нельзя обнаружить сингулярность», сформулированное Пенроузом. Для этого рассмотрим эволюцию графика функции $E(R)$ на рис.3.3 в зависимости от величины полного момента импульса N . Действительно, сингу-

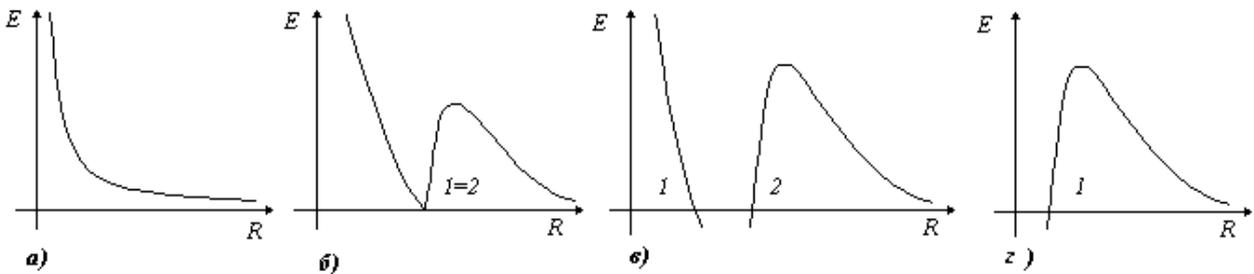


Рис. 3.3: Эволюция функции $E(R)$ в зависимости от момента импульса геона

лярность, открытая во внешний мир и доступная наблюдателю, на графике имела бы вид, как показано на рис.3.3а. Рис 3.3б. отражает ситуацию так называемого экстремального керровского отона (вращающейся черной дыры), когда оба горизонта событий (точки 1 и 2) совпадают. Рис.3.3в. отражает ситуацию с двумя разделенными горизонтами событий. Наконец, рис.3.3г. отражает ситуацию с одним горизонтом событий, когда полный момент импульса равен нулю, то есть вращения черной дыры нет. В случае вращающейся массивной черной дыры расстояние между горизонтами событий зависит от скорости вращения. Однако в геоне скорость фотонов на «круговой орбите» максимальная и равна скорости света, тем не менее здесь оба горизонта событий разделены промежутком $0, 9l_{pl}$, что и подтверждает правило, сформулированное Пенроузом.

Подчеркнем, что в данном параграфе, когда мы говорим о геоне, мы имеем в виду не просто объединение двух фотонов в некую систему наподобие атома водорода. Такая

система, как видно из рис.3.2, в точке максимума является нестабильной и долго существовать не может. Когда мы говорим о геоне, то под этим словом мы имеем в виду прежде всего два фотона, сколлапсировавшие в чернотырное состояние. Именно такой объект, имеющий планковские размеры и массу, мы и называем планковским геоном и он нас интересует в первую очередь.

Отметим также, что теперь мы больше уже не имеем права писать выражение для инвариантного интервала dS без метрических коэффициентов g_{ik} , так как в планковских масштабах они не могут быть приравнены к единице даже в инерциальных системах отсчета.

Действительно, в случае решения Шварцшильда интервал имеет следующий вид

$$dS^2 = \left(1 - \frac{R_g}{R}\right) c^2 dt^2 - \frac{dR^2}{\left(1 - \frac{R_g}{R}\right)} - R^2 (d\Theta^2 + \sin^2\Theta d\varphi^2) \quad (3.18)$$

где $R_g = kM/c^2$

Это решение описывает геометрические свойства пространства-времени, обусловленные точечной массой, находящейся в начале «сферической» системы координат. На больших расстояниях, когда величиной R_g/R можно пренебречь по сравнению с единицей, выражение для интервала (3.18) переходит в интервал СТО, записанный в сферической системе координат, а именно

$$dS^2 = c^2 dt^2 - dR^2 - R^2 (d\Theta^2 + \sin^2\Theta d\varphi^2) \quad (3.19)$$

Метрика Шварцшильда (3.18) описывает в хорошем согласии с экспериментом три известных эффекта: смещение перигелия орбиты планеты, отклонение луча света Солнцем и гравитационное красное смещение спектральных линий. Однако теперь мы видим, что в малых (планковских) масштабах интервал (3.19) неизбежно должен иметь вид

$$dS^2 = \left(1 - \frac{l_{pl}^2}{R^2}\right) c^2 dt^2 - \frac{dR^2}{\left(1 - \frac{l_{pl}^2}{R^2}\right)} - R^2 (d\Theta^2 + \sin^2\Theta d\varphi^2) \quad (3.20)$$

Из (3.20) видно, что даже в микромире вплоть до расстояний 10^{-32} см мы можем пользоваться интервалом (3.19), т.е. в этом масштабе еще справедливы соотношения специальной теории относительности. Это обусловлено тем, что вплоть до указанных расстояний множитель $\left(1 - \frac{l_{pl}^2}{R^2}\right)$ с большой точностью все еще равен единице.

Уравнения (3.9) и (3.15) для полной энергии незаряженного и заряженного геон можно исследовать не только качественно, но и подвергнуть строгому математическому анализу, заменив соответствующие величины их операторами и, возможно даже, линеаризовав эти уравнения по аналогии с уравнением Дирака. Эту сложную задачу автор не рассматривает и предлагает её для тех читателей, кто заинтересуется данной проблемой. Тем не менее изложенное выше качественное рассмотрение взаимодействия фотонов в планковских масштабах позволяет понять многие существенные стороны поведения материи на наиболее глубоком уровне физической реальности.

В связи с этим напомним, что, согласно Бору, физическая картина явления и его математическое описание дополнительные. Создание физической картины требует пренебрежения деталями и уводит от математической точности, а попытка точного математического описания явления затрудняет его ясное понимание. Математическая сущность сама по себе не представляет какой-то особенной ценности. Формальная математическая структура скрывает физическую сущность проблемы. Законченное физическое описание должно предшествовать математической формулировке. Выше нами описана физическая картина явления.

3.4 Заключение

В статье рассмотрена модель планковского геона - объекта с линейным размером $l_{pl} = 10^{-33}$ см и массой $m_{pl} = 10^{-5}$ г. Здесь мы вплотную приблизились к области, где действуют законы планковской физики. Какие можно сделать выводы?

Фундаментальные планковская длина $l_{pl} = 10^{-33}$ см и планковская масса $m_{pl} = 10^{-5}$ г, видимо, могут появиться только в модели геона. Именно здесь константы \hbar , c , k объединяются естественным образом. В противовес феноменологическим концепциям теорий, где планковские величины насильно вводятся в 4 - мерный континуум (как, например, в теории струн [35]), в рамках модели геона l_{pl} и m_{pl} появляются автоматически, как следствие гравитационного взаимодействия безмассовых квантов энергии.

Планковские геоны могут претендовать на роль «истинно элементарных частиц». При этом, как явствует из статьи, «истинно элементарные частицы» в итоге оказываются микроскопическими черными дырами, что, вероятнее всего, решает проблему ультрафиолетовых расходимостей в квантовой теории поля. Действительно, как отмечалось в [36, с.469], многочисленные попытки ввести в рамках СТО фундаментальную длину, чтобы построить свободную от расходимостей теорию, неизбежно приводит к нарушению принципа причинности. Однако там же ([36], с.479) было указано, что в рамках ОТО длина l_{pl} лишала бы понятие пространства внутри сферы Шварцшильда его физического смысла, а R_g отделяло бы эту область от реального мира физических явлений, сохраняя в нем причинные связи в их первоначальном виде. Планковские геоны как раз и являются объектами с указанными свойствами.

Отмечалось также, что «...одна из наиболее ощутимых неприятностей в динамической (на основе гамильтонова формализма) квантовой теории поля состоит в возникновении расходящихся интегралов при решении квантово-полевых задач... Устранение расходимостей при помощи перенормировки масс и зарядов является некоторой удачной полумерой, которая всегда вызывала у физиков определенное чувство неудовлетворенности. Возникновение расходимостей, по всей вероятности, обусловлено использованием в современной теории поля метрики специальной теории относительности, что связано с пренебрежением в теории поля гравитационными эффектами. Последнее обстоятельство, по всей видимости, приводит к существенному пороку теории: к неприменимости ее для очень малых областей пространства и расходимостям при больших импульсах. Вполне возможно, что квантовую теорию поля следует строить на базе общей теории относительности, т.е. на базе общековариантного формализма. При этом необходимо решить вопрос о квантовании нелинейных уравнений поля, что представляет, как известно, определенную математическую трудность. Можно надеяться, что на этом пути удастся построить квантовую теорию поля, применимую для сколь угодно малых областей пространства и лишенных таких пороков, как расходимость. В такой теории можно будет найти соотношения между "затравочными" и экспериментальными массами и зарядами. Определив из этих соотношений "затравочные" массы и заряды, мы избавимся от необходимости выполнения процедуры перенормировки масс и зарядов.» [37, стр.6-7].

Изложенные рассуждения по гравитационному взаимодействию двух фотонов можно перенести и на одиночный безмассовый квант энергии, взаимодействующий с собственным гравитационным полем. Полная энергия такого самодействующего фотона будет иметь не привычный нам вид $E = Pc$, а будет выглядеть следующим образом

$$E^2 = (Pc)^2 \left(1 - \frac{kP}{c^3 R}\right)^2 + \left(\frac{Nc}{R}\right)^2 \left(1 - \frac{kP}{c^3 R}\right)$$

что аналогично уравнению (3.9), но здесь R необходимо сопоставить с длиной волны λ

фотона.

Тогда при энергии $E_{pl} = 10^{19}$ Гэв одиночный фотон должен превратиться в микроскопическую черную дыру (самоколлапсировать), но, видимо только в поле другой частицы (согласно закону сохранения импульса), так как планковская черная дыра имеет планковскую массу и поэтому не может двигаться со скоростью света.

При этом полный момент импульса фотона j не может принимать значения равные нулю в силу поперечного характера волновой функции фотона. Это автоматически исключает возможность достижения коллапсирующим фотоном сингулярного состояния из-за отталкивающего характера центробежной энергии $P_\varphi c$. Поэтому одиночный фотон, взаимодействующий с собственным гравитационным полем, с физической точки зрения, более предпочтителен, чем система из двух фотонов, в которой возможно состояние $j = 0$.

Однако возможность самоколлапса, видимо, предполагает наличие внутренней структуры у фотона и, следовательно, его массы, что на самом деле не соответствует действительности. Тем не менее, исходя из общих соображений (наличие у фотона собственной гравитационной энергии), вариант самоколлапса одиночного безмассового кванта с энергией $E_{pl} = 10^{19}$ Гэв вполне реален. По крайней мере, автор в этом не сомневается.

Интересный факт заключается еще и в том, что благодаря особым свойствам электромагнитного поля одиночный физический фотон при перемещении в пространстве не образует виртуальных пар, независимо от величины его импульса. Поэтому даже фотон с планковской энергией эквивалентен «голому» фотону, то есть вокруг такого фотона нет «щубы» из виртуальных частиц.

Из вышесказанного ясно также, что при планковской энергии любой ультрарелятивистский микрообъект, в том числе обладающий массой, должен превратиться в микроскопическую черную дыру. Таким образом при планковской энергии вся физическая материя будет находиться в чернотырном состоянии. Отсюда непосредственно следует, что наша Метагалактика также возникла из чернотырного состояния материи. Такие теоретические объекты, как одномерные струны с длиной порядка длины Планка, в физику вводить, видимо, неправомерно. В планковских масштабах любой такой объект неизбежно превратился бы в планковскую черную дыру.

Сверхмалые расстояния можно «прощупать» с помощью высокоэнергичных безмассовых квантов энергии (фотонов и т.п.). Но так как при планковской энергии $E_{pl} = 10^{19}$ Гэв безмассовые кванты превращаются в микроскопические черные дыры (коллапсируют), то в этом случае больше не существует инструментария для исследования расстояний, меньших $l_{pl} = 10^{-33}$ см. Следовательно, представление о расстояниях, меньших $l_{pl} = 10^{-33}$ см, то есть вне пределов их возможной физической верификации, беспредметно. Это противоречило бы принципу наблюдаемости, согласно которому в науку нельзя вводить принципиально ненаблюдаемые величины, в данном случае расстояния, меньшие планковской длины. В науке не должно быть понятий, которые не могут быть сформулированы на языке реального или мысленного эксперимента.

Данный расчет делает «прозрачным» физическую и философскую сущность фундаментальной длины. Физически невозможно ни излучить, ни принять квант с такой длиной волны. Это теоретическая нижняя граница возможного взаимодействия. В более общем плане фундаментальная длина выступает той теоретической границей познания, от которой получить какую-либо информацию уже принципиально невозможно.

Отметим также следующее. Уравнение (3.3) в применении его к одиночному фотону (с учетом того, что $PR \approx \hbar$) можно записать таким образом

$$E = Pc - \frac{kP^2}{c^2 R} = Pc - \frac{kc^3 P^3}{c^5 \hbar} = Pc \left(1 - \frac{P^2 c^2}{E_{pl}^2} \right) \quad (3.21)$$

где $E_{pl} = (\hbar c^5/k)^{1/2} = 10^{19}$ ГэВ

Объединение электромагнитного, слабого и сильного взаимодействий происходит при энергии 10^{15} ГэВ. Проанализируем, как ведет себя фотон при таких энергиях. Из (3.21) имеем

$$E = 10^{15} \left(1 - \left(\frac{10^{15}}{10^{19}} \right)^2 \right) = 10^{15}(1 - 10^{-8}) \approx 10^{15} \text{ GeV}$$

Мы видим, что зависимость полной энергии фотона от его гравитационной составляющей при кинетической энергии фотона 10^{15} ГэВ практически нулевая. Это будет сверхжесткий фотон, еще вполне способный строить пространственно - временные отношения между телами. При энергии же 10^{19} ГэВ фотон свою способность к созданию пространственно-временных отношений уже теряет (как и любой другой безмассовый квант энергии), превращаясь в микроскопическую черную дыру с планковскими размерами 10^{-33} см. Именно в этом смысле и можно, по нашему мнению, говорить о квантовании пространства-времени в планковских масштабах (если вообще в данном случае можно пользоваться понятием «квантование пространства-времени?»). Как будет показано далее, квантами кривизны пространства-времени являются планковские черные дыры.

Мы считаем также, что реальные планковские геоны с массой 10^{-5} г не «испаряются», а являются устойчивыми образованиями. Дело в том, что может «испариться» вся масса чёрной дыры, за исключением той её части, которая связана с энергией нулевых, квантовых колебаний вещества чёрной дыры. Такие колебания не повышают температуру объекта и их энергия не может излучиться. Остаточная масса составляет 10^{-5} г, независимо от того, какова была начальная масса чёрной дыры ([38, с.210]. В таком случае планковские геоны могли бы служить «затравочными» ядрами других элементарных частиц. Наблюдаемые массы элементарных частиц, которые гораздо меньше планковской массы, могут быть следствием дефекта масс при образовании связанной системы из нескольких геонов [37].

Однако кажется непростым делом описать процесс взаимодействия черной дыры как объекта в целом и ее движение под действием внешних полей. Особые трудности возникают тогда, когда мы вынуждены пользоваться в описании взаимодействия шварцшильдовскими координатами, в которых взаимодействие достигает сферы Шварцшильда лишь за бесконечно большое время внешнего наблюдателя.

С другой стороны, любая частица, помещенная в гравитационное поле (а вне его рассмотрение бессмысленно), не имеет основного стационарного состояния. Само понятие стационарного состояния противоречит основным общековариантным понятиям общей теории относительности, трактующей гравитацию как универсальное взаимодействие, ведущее к изменению геометрии пространства и любых образований в нем. Поскольку система неподвижных гравитирующих тел существовать не может, то метрика пространства меняется со временем, что заставляет частицы излучать. Это излучение происходит под влиянием возмущающего действия гравитационного поля, причем оно носит электромагнитный дипольный, 4-гравитационно квадрупольный характер. Утверждать противоположное - это значит вступать в противоречие с основными проверенными экспериментально положениями общей теории относительности. С этой точки зрения планковская черная дыра не является устойчивым образованием и должна «излучаться» [39].

Однако мне представляется, что планковскую черную дыру нельзя отождествлять с обычной элементарной частицей. Поэтому здесь должно быть проведено дополнительное исследование.

В заключение отметим следующее. Большинство современных моделей Вселенной опираются на допущение, что в течение времени от планковского $t_{pl} = 10^{-43}$ с до $t_u = 10^{-35}$ с (время, характерное для большого объединения) Вселенная развивалась по де Ситтеру и увеличила свои размеры от планковского (10^{-33} см) до гигантского разме-

ра, существенно превышающего размеры Метагалактики. В некоторых моделях размер «пузыря» достигает 10^{10^5} см. Если это действительно так, то ясно, что планковские геонны, возникающие при энергии $E_{pl} = 10^{19}$ Гэв, оказываются разбросанными на огромные расстояния и поэтому их экспериментальное обнаружение вряд ли возможно. Однако в последнее время появились указания на то, что инфляционный сценарий начальной стадии эволюции Вселенной, по-видимому, неверен [40]. Тогда можно было бы отождествить планковские черные дыры с темной материей.

3.5 Гравитационный коллапс фотонов или завершение фундаментальной физики

В связи с возникновением в квантовой физике понятия нелокальности представляет интерес проанализировать ситуацию возможного предела локализации квантовых объектов. Для этого рассмотрим понятие о метрической протяженности. Протяженность представляет собой одно из фундаментальных понятий и широко используется в физике и других науках. В классической физике считалось одинаково возможным как неограниченное продолжение прямой в большом, так и ничем не ограниченное деление отрезка прямой на все более мелкие части вплоть до точки, которая достижима лишь при условии бесконечного продолжения операции дробления. Бесконечная протяженность и точка, лишенная протяжения, – два антипода, неразрывно связанные друг с другом и взаимно полагающие друг друга. Отказ от реального истолкования одного из этих образов влечет за собой отказ от реального истолкования и другого.

В современной физике микромира понятия точки и протяженности вызывают большие трудности. Поскольку в природе не существует агентов с бесконечно большой энергией, то и абсолютно точные измерения координат, т.е. нахождение пространственной точки, физически невозможны. Точечное событие объективно не существует в природе, поскольку оно требует для своей реализации бесконечной энергии. В физическом мире нет ничего такого, что соответствовало бы точке. Все эти обстоятельства, связанные с фиктивным характером точки, приводят к так называемой проблеме расходимостей – возникновению бесконечных значений заряда, массы, энергии. Но раз нет точки как предела уменьшения протяженности, то само собой напрашивается мысль о введении некоторого последнего элемента протяженности в качестве предельного и далее неделимого. Единственное, что можно предположить в качестве абсолютного предела уменьшения протяженности (и, следовательно, абсолютного предела точности измерения координат, длин и т.п.), – это некоторую минимальную протяженность, фундаментальную или элементарную длину, меньше которой протяженность, по видимому, лишена всякого смысла.

Но положение чрезвычайно усложняется тем, что микрообъекты нельзя представить и в качестве протяженных объектов, даже если бы их протяженность совпадала по величине с указанной элементарной длиной. Если считать частицу протяженной, то не выполняется требование релятивистской инвариантности: нужно предположить частицу абсолютно жесткой и допустить сверхсветовые скорости распространения сигналов, если не бесконечные. Только абсолютно жесткая частица, в пределах протяженности которой физический сигнал распространяется с бесконечной скоростью, т.е. мгновенно, будет обладать одним и тем же (инвариантным) размером в разных системах отсчета. Поэтому необходим отказ от понятий точки и протяженности применительно к внутренним областям этих элементарных объемов. Следовательно, элементарная длина есть последняя длина и «внутри» нее вовсе нет никаких длин, имеющих физический смысл. То же относится и к микрочастице. Отсюда и ее «нелокальность», т.е. пространственность ее эксте-

рьера, и «непространственность» ее интерьера как выражение невозможности проникнуть «внутри» этой области данными взаимодействиями. Таким образом, как общий итог, мы видим, что ни ограничение делимости протяженности в микромире, ни тем более принятие бесконечной делимости ее, рассматриваемые в отдельности или совместно, еще не дают возможности избежать фундаментальных трудностей, связанных с проблемой расходимостей и релятивистской инвариантностью. Здесь мы видим указание на необходимость выйти вообще за рамки определенности протяжения.

Для философии эта проблема не нова. На нее обращали внимание еще философы древности в знаменитых апориях Зенона. Апории Зенона уже на протяжении двух с половиной тысячелетий проходят через всю историю философии как труднейшие загадки, много раз подвергавшиеся различным истолкованиям, но так и оставшиеся не преодоленными и нерешенными. Вопрос о том, можно ли понять движение, не выходя за рамки протяженности и длительности, Зенон обсуждает в своих четырех апориях: «Ахиллес и черепаха», «Дихотомия», «Летящая стрела» и «Стадион». Вопрос был не в том, есть ли движение, а в том, как его выразить в логике понятий. Если апории «Ахиллес и черепаха» и «Дихотомия» вынуждают нас признать наличие некоторой границы деления протяжения и утверждают существование последнего, далее неделимого отрезка протяжения, то в апориях «Стадион» и «Летящая стрела» Зенон как бы идет дальше и показывает, что представление о протяжении за пределами этого элементарного отрезка протяжения или «внутри» него приводит к непреодолимым противоречиям. Эти последние апории противоречат выводам из апорий «Ахиллес и черепаха» и «Дихотомия».

Та же ситуация сложилась в современной физике микромира, где, с одной стороны, мы вынуждены признать существование некоторого предельно малого и дальше неделимого элемента протяженности, а с другой - согласно требованиям релятивистской инвариантности, он должен «растягиваться» и «сокращаться», т.е. должен быть делим и далее [23].

В [29] мной показано, что любые ультрарелятивистские микрообъекты, в том числе и кванты света, при достижении ими планковской энергии 10^{19} ГэВ, превращаются в микроскопические планковские черные дыры, гравитационный радиус которых равен минимальному планковскому размеру 10^{-33} см. Для описания черных дыр обычно используется решение Керра-Ньюмена и его частные случаи, самый простой из которых - метрика Шварцшильда. Найти точное решение означает найти метрику, т.е. выражение, связывающее две близкие точки в пространстве-времени. В метрике Шварцшильда особенности метрических коэффициентов при временной радиальной координате обуславливают то, что время на гравитационном радиусе для удаленного наблюдателя останавливается, а пространственные промежутки становятся бесконечными. Так, для соединения двух точек на сфере с гравитационным радиусом требуется бесконечный отрезок, что и означает дыру в пространстве, т.е. отсутствие пространства, невозможность установления метрических отношений, а это и есть то, что мы выше обозначили как «непространственность» интерьера (внутреннего объема) элементарной частицы.

Остановимся на этом несколько подробнее. Предположим, мы решили исследовать микромир. Что для этого необходимо? Чем меньший масштаб явлений мы хотим исследовать, тем энергичнее должны быть «снаряды» для такого исследования - протоны, электроны, фотоны и т.п. В микромире между масштабом исследуемых явлений и энергией «снарядов» существует обратно пропорциональная зависимость. В настоящее время наименьший масштаб, достигнутый при исследовании микромира с помощью таких энергичных «снарядов», составляет 10^{-17} см. Известно, что с помощью фундаментальных констант - скорости света c , постоянной Планка \hbar и гравитационной постоянной k можно составить выражение с размерностью длины - так называемую планковскую длину $l_{pl} = (\hbar k / c^3)^{1/2} = 10^{-33}$ см. Предполагается, что эта длина является наименьшей из всех

возможных длин, а далее пространство и время квантуются, дробятся на неделимые части. Однако все это до последнего времени было чистым предположением, спекуляцией. Ведь между расстоянием 10^{-17} см и 10^{-33} см см лежит огромная неисследованная область энергий. И, казалось бы, нет никакой теоретической основы (например, не построена квантовая теория гравитации) для утверждения о том, что планковская длина является наименьшей длиной. Да и почему, собственно говоря, эту длину нельзя делить дальше, на еще более мелкие части? Но представьте себе, что мы с помощью какого-то генератора можем порождать фотоны - безмассовые частицы - с любой энергией. Вопрос в том, можно ли увеличивать энергию фотонов до бесконечности? Казалось бы, ничто этому не мешает. Но бесконечные значения физических величин бессмысленны. Где же выход? Проанализируем эту ситуацию более тщательно. Согласно общей теории относительности, любая форма энергии, в том числе энергия безмассовых фотонов, обязана генерировать гравитационное поле. И чем больше энергия фотона, тем более мощное гравитационное поле им генерируется. Из физики мы знаем, что фотон обладает кинетической энергией $E_{kin} = Pc$, где P - импульс фотона, а c - его скорость. Эта энергия является положительной величиной. Гравитационное же поле фотона связано с его потенциальной энергией, как и гравитационное поле любого массивного объекта и она является величиной отрицательной. Обычно потенциальная энергия фотона просто игнорируется. Найдем, чему она равна? Будем действовать по аналогии с потенциальной энергией массивных частиц.

Для однородного массивного шара радиусом R его собственная гравитационная энергия находится из уравнения тяготения Ньютона и имеет вид

$$E_{pot} \approx -\frac{kM^2}{R} \quad (3.22)$$

где k - гравитационная постоянная, M - масса шара, R - его радиус. Но у фотона массы нет. Мной показано [39], что для фотона в уравнение (3.22) вместо величины массы M нужно подставить величину импульса фотона, деленного на скорость света, то есть P/c .

Тогда собственная гравитационная энергия фотона примет следующий вид

$$E_{pot} \approx -\frac{kP^2}{c^2R}$$

где R необходимо сопоставить с длиной волны фотона λ . Полная же энергия фотона равна сумме кинетической и потенциальной энергий и имеет следующий вид

$$E = E_{kin} + E_{pot} \approx Pc - \frac{kP^2}{c^2R} = Pc \left(1 - \frac{kP}{c^3R} \right) \quad (3.23)$$

В последнем выражении в (3.23) величина kP/c^3 представляет собой так называемый «гравитационный радиус» фотона R_g . Действительно, подставив вместо P/c в выражение kP/c^3 величину M , мы получим, с точностью до числового множителя, знакомое выражение для гравитационного радиуса массивного тела $R_g \approx kM/c^2$.

В более точном выражении для полной энергии фотона необходимо учитывать его орбитальный и спиновый моменты, а также эффекты, возникающие в рамках общей теории относительности. Однако здесь мы, в целях упрощения изложения, не станем приводить точную формулу для полной энергии фотона. Это не повлияет существенно на окончательные выводы. С более точной формулой для энергии фотона можно познакомиться в [29].

Как теперь приближенно рассмотреть уравнение (3.23) для полной энергии фотона с точки зрения квантовой теории, то есть в микромире? Чтобы использовать уравнение (3.23) в квантовой теории, будем рассматривать величины P и R , входящие в него, с помощью соотношения неопределенностей Гейзенберга как неопределенности импульса

и координаты. Согласно соотношению неопределенностей, эти величины связаны друг с другом. Положим, что $PR = \hbar$, где \hbar - постоянная Планка. Используя это соотношение, найдем из (3.23) функцию $E(R)$

$$E(R) = \frac{\hbar c}{R} - \frac{\hbar k}{c^2 R^3} = \frac{\hbar c}{R} \left(1 - \frac{l_{pl}^2}{R^2} \right) \quad (3.24)$$

где l_{pl} - фундаментальная планковская длина, равная $(\hbar k/c^3)^{1/2} = 10^{-33}$ см, которая появляется здесь автоматически.

Величина $(1 - l_{pl}^2/R^2)$ в (3.24) является ничем иным, как метрическим коэффициентом g_{00} при временной координате пространственно-временного интервала dS в общей теории относительности. Если на основании уравнения (3.24) построить график функции $E(R)$ (см. рис.2.1), то мы увидим, что максимальная энергия E_1 , которую сможет достичь фотон, окажется примерно равной планковской энергии $E_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, при этом длина волны фотона будет почти сопоставима с планковской длиной. Если импульс фотона увеличивать и далее, то его полная энергия начнет уменьшаться за счет преобладания отрицательной гравитационной составляющей полной энергии фотона, которая до этого момента не играла существенной роли. При длине волны фотона равной планковской длине l_{pl} его полная энергия становится равной нулю, фотон коллапсирует и превращается в микроскопическую планковскую черную дыру. Таким образом, мы получили важный вывод: **свет при планковской энергии коллапсирует.**

Нетрудно также видеть, что все наши рассуждения справедливы не только для фотонов, но и для любых других ультрарелятивистских частиц, в том числе обладающих массой. Следовательно, при планковской энергии вся физическая материя будет находиться в черной дыре состоянии (имеем ли мы право после такого заключения рассматривать на планковском уровне такие гипотетические объекты, как «струны», «браны» и т.п. планковские объекты?).

Итак, чтобы «прощупать» сверхмалые расстояния, нужны высокоэнергичные кванты энергии. Но выше мы обнаружили, что при планковской энергии $E_{pl} = 10^{19}$ ГэВ все такие кванты неизбежно превращаются в микроскопические черные дыры (коллапсируют). Следовательно, при планковской энергии в природе вообще больше не существует инструментария для исследования расстояний, меньших $l_{pl} = 10^{-33}$ см. И мы приходим ко второму важному выводу: **представление о расстояниях, меньших $l_{pl} = 10^{-33}$ см, т.е. вне пределов их возможной физической верификации (эмпирического подтверждения), беспредметно.** Это противоречило бы принципу наблюдаемости, согласно которому в науку нельзя вводить принципиально ненаблюдаемые величины, в данном случае расстояния, меньшие планковской длины.

Но возможно ли проводить исследования и на этом основании делать теоретические заключения о физике за планковским пределом, если в природе в принципе не существует инструментария для подобных исследований? Нет! И мы приходим к третьему важному выводу: **физики в современном ее понимании за планковским пределом, в масштабе $l_{pl} = 10^{-33}$ см и при энергии $E_{pl} = 10^{19}$ ГэВ не существует.** Именно здесь завершается фундаментальная физика.

Итак, дилемма «точка» или «протяженный отрезок» разрешилась в пользу микроскопической планковской черной дыры. В ней планковская длина лишает понятие пространства внутри сферы Шварцшильда его физического смысла, а гравитационный радиус отделяет эту область от реального мира физических явлений, сохраняя в нем причинные связи (т.е. отсутствие сверхсветовых скоростей) в их первоначальном виде. Загадочным образом тяготение связано с указанной выше дилеммой. Если бы не было тяготения, эта дилемма не имела бы решения, и наш мир не имел бы право на существование. Таким образом, мы убеждаемся (вслед за Эйнштейном), что пространство немислимо без полей

тяготения и ими порождено.

Глава 4

Многомерие

4.1 О размерности пространства

4.1.1 Введение

Внешний характер пространственных измерений наложил отпечаток на формирование соответствующих естественно-математических понятий. В частности, это выразилось в представлении о трехмерности пространства. Реальные вещи, тела и процессы, с которыми сталкивается человек в практической деятельности, объемны. По существу, объемность (или емкость) и представляет собой реальную пространственную протяженность.

Пространство не может быть чем-то иным, нежели совокупностью кубических метров. Однако выражение реального объема именно в кубических метрах (см, км и т.п.) явилось результатом длительного развития прежде всего хозяйственной, но вместе с тем и научной практики. Потребность в измерении посевных площадей, расстояний и привели к тому, что исходной основой пространственных измерений явилась длина и ее абстрактное выражение - линия.

Почему трехмерен объем в геометрии Евклида? Потому что в его основе лежит линия, взятая одномерно; линии образуют двумерную плоскость, а из плоскостей строится трехмерный объем. Хотя такой путь оптимален и в наибольшей степени удовлетворяет потребностям практики, он все же не является единственно возможным. Данные археологии подтверждают, что единицы измерения объема (емкости) исторически являются столь же древними, как и естественные измерения времени и длины (день, месяц, ступня и т.п.). Можно предположить, что если бы практические потребности первобытных людей выдвинули на передний план не измерения площадей и расстояний, а измерения объемов, то развитие геометрии могло бы пойти по пути, отличному от проложенного Евклидом. Говорят, к примеру: такая-то комната больше, чем другая; новый прибор (машина) более компактен и занимает меньше места (меньшее пространство), чем прежняя модель. При всей приблизительности приведенных сравнений реальная пространственная объемность выражена здесь в одном измерении: в отношении «больше - меньше». Если на основе подобных или аналогичных сравнений выработать единицы измерения одномерных объемов и положить их в основу некоторой воображаемой геометрии, то понятие линии в ней могло бы быть совершенно иным: например, выраженным в трех измерениях, скажем, как корень третьей степени из единицы одномерного объема. С этой точки зрения размерность пространства - понятие относительное.

Хотя подобное представление на первый взгляд и кажется вычурным, в действительности в нем нет ничего необычного. Разве при измерении линейкой поверхности стола одномерная линия получается не при помощи операций с двумя объемами (поскольку объем-

ны и линейка и стол, поверхность которого как сторона реальной объемности подвергается измерению)? Полученная линия и измеренная длина, а также их численные величины и являются результатом определенного сопоставления реальных объемных предметов.

Из сказанного следует, что ни двух-, ни трех-, ни четырехмерность, ни какая-либо другая многомерность не тождественна реальной пространственной протяженности, а отображает определенные аспекты тех объективных отношений, в которых она может находиться. Материальный мир - это и мир Евклида, и мир Лобачевского, и мир Римана, и мир Минковского, ибо в понятиях любой из геометрий, связанной с именами этих выдающихся ученых, можно описать и отразить реальную пространственную протяженность, как всеобщий атрибут материальной действительности [4].

4.1.2 Модель многомерного пространства

Рассмотрим трехмерное пространство - пространство, каждая точка которого характеризуется тремя числами по отношению к декартовой системе координат. В нем справедлива теорема Пифагора

$$R^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 \quad (4.1)$$

Здесь R - расстояние между двумя точками. По сути дела, всю трехмерную евклидовую геометрию можно вывести из соотношения (4.1). Рассмотрим теперь множества, состоящие из точек (рис.4.1). Здесь точки символы, элементы множества. (вместо точек я мог бы взять множество домов, множество деревьев и т.п.).

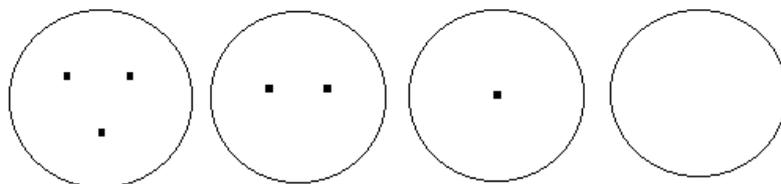


Рис. 4.1: Множества точек

Поставим в соответствие множеству точек множество размерностей пространства. Тогда 3-мерное пространство соответствует множеству из трех точек, 2-мерное - множеству из двух точек, 1-мерное - множеству из одной точки, 0-мерное - пустому множеству точек. Рассмотрим пересечения подмножеств точек в множестве из трех точек (рис.4.2)

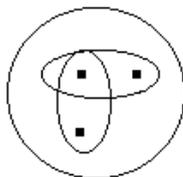


Рис. 4.2: Множество из трех точек

Напомним, что пересечением называется подмножество, принадлежащее обоим пересекающимся подмножествам. На рис.4.2 пересекаются подмножества, каждое из которых состоит из двух точек. Как видим, подмножества из двух точек могут пересекаться по одной точке. В 3-мерном пространстве это соответствует пересечению двух 2-мерных плоскостей, пересекающихся по 1-мерной прямой. Рассмотрим рис.4.3

Здесь пересечение двух подмножеств из двух точек и одной точки происходит по пустому множеству точек. В 3-мерном пространстве это соответствует пересечению прямой и плоскости в одной точке. Аналогично можно рассмотреть пересечения в 2-мерном пространстве и 1-мерном. Соответствие между множеством точек и множеством размерностей будет полное.

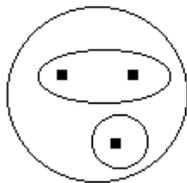


Рис. 4.3: Множество из трех точек

Рассмотрим теперь множество из четырех точек, что соответствует 4-мерному пространству (рис.4.4)

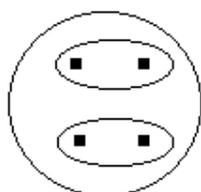


Рис. 4.4: Множество из четырех точек

Как видим, в 4-мерном пространстве две плоскости могут пересекаться в одной точке, чего не было в 3-мерном пространстве. Это нетрудно представить наглядно, если спроецировать 4-гранный угол на плоскость аналогично проецированию 3-гранного угла на плоскость, воображая, что углы плоскостей при вершине 4-гранника такие же прямые, как и в 3-граннике.

Аналогично, можно легко представить наглядно пересечение в одной точке K -мерных подпространств в N -мерном пространстве, если спроецировать N -гранный угол на плоскость (лист бумаги), воображая, что углы между подпространствами при вершине N -гранника прямые. Выглядеть на листе это будет в виде N -прямых линий, исходящих из одной точки, с равными углами между прямыми.

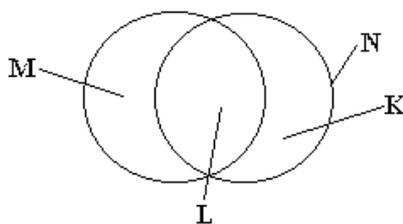


Рис. 4.5: Множество из бесконечного числа точек

Вообще, если рассмотреть множество из n точек, что соответствует n -мерному пространству, то легко обнаружить, что выполняется следующее соотношение

$$l \geq m + k - n \quad (4.2)$$

где l подмножество точек в пересечении подмножеств m и k ; n - все множество точек.

В теории конечномерных векторных пространств существует аналогичное соотношение, т.е.

$$\dim l \geq \dim m + \dim k - \dim n \quad (4.3)$$

где dimension - размерность; $\dim l$ - размерность подпространства, получаемого в результате пересечения подпространств m и k ; $\dim n$ - размерность объемлющего пространства [41]. Пусть мы имеем бесконечномерное пространство. Тогда в нашей модели это отобразится множеством из бесконечного числа точек (рис.4.5) т.е. сплошной непрерывной областью. Соотношения (4.2) и (4.3) будут иметь здесь вид

$$L \geq M + K - N \quad (4.4)$$

Рассмотрим теперь множество из 9 точек, что соответствует 9-мерному пространству (рис.4.6)

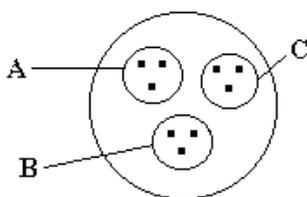


Рис. 4.6: Множество из 9 точек

Если это множество разбить на подмножества по три точки - A, B, C , то нетрудно видеть, что пересечение подмножеств A, B, C аналогично пересечению подмножеств из трех точек. В 9-мерном пространстве это означает, что три его трехмерных подпространства могут пересекаться в одной точке и быть взаимно ортогональными. Таким образом, 3-мерное подпространство в этом случае может играть роль координатной «оси». Тогда то, что соответствует 2-мерным плоскостям в 3-мерном пространстве, здесь будет 6-мерным подпространством. Мы взяли по три точки в A, B, C только в качестве примера. Пусть в A, B, C будет по n точек. Тогда мы получим аналог $3n$ -мерного пространства. Куб, например, в таком пространстве может выглядеть следующим образом (рис.4.7).

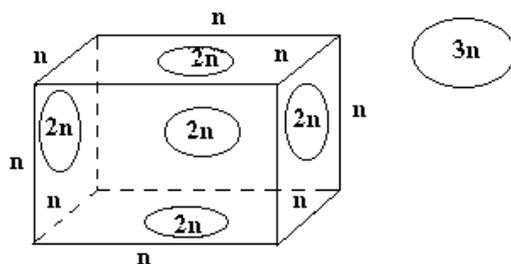


Рис. 4.7: Многомерный «куб»

Здесь каждое ребро n -мерно, каждая грань $2n$ -мерна, а сам куб $3n$ -мерен, но точечных вершин в углах такого «куба» все равно восемь. Если в качестве «линии» в n -мерном пространстве взять его n -мерное подпространство, то мы получим с таким определением обычную 3-мерную геометрию, где точки могут быть охарактеризованы тремя числами по отношению к n -мерным координатным «осям». Единственное отличие будет состоять в том, что «длина» этой линии будет измеряться метрами в степени n (см, км и т.п.).

Теорема Пифагора в этом случае будет иметь вид

$$R^2 m^n = X^2 m^n + Y^2 m^n + Z^2 m^n \quad (4.5)$$

Таким образом, введенная здесь «трехмерная» геометрия формально ничем не будет отличаться от трехмерной геометрии Евклида.

В принципе n можно устремить к бесконечности и мы получим 3-мерную геометрию с бесконечным числом внутренних степеней свободы. Точки в этом пространстве (т. е. очень малые области) являются многомерными. Применим ли к такому пространству физический анализ П. Эренфеста [42]. Нетрудно заметить, что в его анализе существенную роль играло понятие силовой линии, которая предполагалась 1-мерной. Однако, как мы видели выше, «линия» в 3-мерном пространстве внутренне может быть и n -мерной. Поэтому анализ Эренфеста, по-видимому, справедлив для внешней 3-мерной геометрии, но не для внутреннего пространства таких «линий» (силовых?).

Мы приходим к выводу, что если наблюдатели пользуются формализмом 3-мерной геометрии, то само пространство может быть не 3-мерным. Скорее всего, как это следует из вышеизложенного, оно является потенциально бесконечномерным. На каком уровне проявляется эта многомерность – это уже вопрос физики. Здесь напрашивается аналогия с потенциалом в теории калибровочных полей. Ведь сам потенциал ненаблюдаем. Наблюдаемой является разность потенциалов. Природа устроена таким образом, что величина n в (4.5) всегда равна единице, а большее ее значение - ненаблюдаемая величина. Внешняя же трехмерность сохраняется в большом интервале масштабов.

4.2 Почему пространство трехмерно

4.2.1 Введение

С современной точки зрения вопрос: «*Почему пространство имеет три измерения?*» может пониматься в двух существенно различных смыслах.

Во-первых, можно попытаться объяснить трехмерность пространства исходя из глубоких свойств материального мира в рамках некоей фундаментальной теории. В существующих же физических теориях трехмерность пространства берется в качестве исходного предположения, постулата.

Второй смысл, который можно вложить в этот вопрос, можно уточнить так: «*Почему физики уверены в том, что пространство имеет три измерения?*». Исторически именно Иммануилу Канту - одному из великих философов - принадлежит подлинно новая идея в вопросе о размерности пространства. В работе Канта понятие размерности впервые было связано с конкретным физическим законом (законом тяготения Ньютона) и оказалось причастным к одному из знаменитых идейных противоборств в истории физики - соперничеству концепций абсолютности и относительности пространства.

Первая из них предполагает, что пространство есть нечто абсолютное, заданное, нечто, подобное готовой сцене, на которой разыгрываются физические явления, но которая не зависит от самих этих явлений. Идея же относительности пространства означает, что пространственные отношения - это лишь некоторые отношения физических тел между собой. Кант писал: «*Если пространство и можно уподобить сцене, то эта сцена создается в ходе самого спектакля, создается физическими явлениями, взаимодействиями между телами. И существующей независимо от взаимодействий эту сцену нельзя даже помыслить...*» [43].

Кант обосновывает связь размерности пространства с законом силы следующим образом: пространство есть упорядоченность, порядок в совокупности тел, пространство -

отношение тел. Однако сами эти отношения проявляются в силах, действующих между телами: «*Легко доказать, что не было бы никакого пространства и никакого протяжения, если бы субстанции не обладали никакой силой действовать вовне. Ибо без этой силы нет никакой связи, без связи - никакого порядка и, наконец, без порядка нет никакого пространства...*».

Далее Кант выдвигает гипотезу, что «*трехмерность происходит, по-видимому, от того, что субстанции в существующем мире действуют друг на друга таким образом, что само действие обратно пропорционально квадрату расстояния*» (других сил взаимодействия на расстоянии Кант не знал). Концепция абсолютного пространства победила (хотя и не полностью) в механике Ньютона и царствовала в физике вплоть до начала XX века, когда в общей теории относительности Эйнштейна победила (хотя опять таки не полностью) идея относительности пространства.

Таким образом, никакого пространства самого по себе, как особой физической сущности, в природе нет. С релятивистской точки зрения понятие "пространство" выражает только совокупность отношений, складывающихся в движении и взаимодействии реальных физических объектов. Вакуум нельзя определить как пространство. В вакууме между виртуальными частицами нет отношений взаимодействия, нет связи, нет порядка, а значит не возникает пространства отношений с той или иной размерностью. Размерность пространства появляется во взаимодействиях реальных объектов, в их отношениях. Тогда очевидно, что взаимодействия в трех независимых направлениях чем-то предпочтительнее, чем взаимодействия в n - независимых направлениях.

Гипотезу Канта впоследствии развил П. Эренфест в статье «*Каким образом в фундаментальных законах физики проявляется то, что пространство имеет три измерения?*» [44] и показал, что только в пространстве трех измерений возможны устойчивые структуры - планетные системы, атомы и т.п. Работа Эренфеста соответствует как раз второму смыслу вопроса о размерности пространства. Мы же в данной статье покажем, как можно обосновать трехмерность пространства исходя из более глубоких свойств материального мира.

4.2.2 Почему пространство трехмерно

В современной науке наиболее глубокую физическую теорию пространства и времени дает общая теория относительности, созданная Эйнштейном. Поскольку размерность - одно из наиболее фундаментальных свойств пространства-времени, то невозможно всерьез рассматривать проблему размерности вне ее связи с общей теорией относительности. А из общей теории относительности следует существование в природе таких экзотических объектов, как черные дыры.

Оказывается, трехмерность наблюдаемого физического пространства напрямую связана с образованием таких черных дыр. Покажем, что в рамках модели геона можно ответить на вопрос: «*почему у наблюдаемого пространства именно три измерения?*». При рассмотрении этого вопроса мы воспользуемся результатами, полученными в свое время П. Эренфестом [44].

Эренфест рассматривает «физику» в n -мерном пространстве U^n . При этом закон взаимодействия с точечным центром он выводит (аналогично трехмерному случаю) из дифференциального уравнения Пуассона в U^n для потенциала, определяющего это взаимодействие.

Фундаментальные физические законы взаимодействий задаются в вариационной форме. Лагранжиан для простейшего случая скалярного безмассового поля $\varphi(t, x_1, x_2, \dots, x_n)$ имеет вид

$$L = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} \right)^2 - \sum_{k=1}^3 \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x^k} \right)^2 \quad (4.6)$$

Этот лагранжиан приводит к уравнению Пуассона и, следовательно, к полю точечного центра $\varphi \sim R^{n-2}$ ($\varphi \sim \ln R$ при $n = 2$). Размерность пространства учитывается в (4.6) только в виде условия на множество значений, которые может принимать индекс k . В $(3 + 1)$ -мерном случае $k = 1, 2, 3$. Таким образом, (4.6) позволяет получить соответствующую часть физики в пространстве любой размерности. Уравнение Пуассона как раз математически эквивалентно указанному лагранжиану (с естественным обобщением на другие поля).

В сферически-симметричном случае в U^n из уравнения Пуассона или из закона Гаусса для напряженности поля следуют выражения для потенциальной энергии

$$E_{pot} = -\frac{kMm}{(n-2)R^{n-2}}; \quad n \geq 3 \quad (4.7)$$

$$E_{pot} = kMm \ln R; \quad n = 2 \quad (4.8)$$

$$E_{pot} = kMm R; \quad n = 1 \quad (4.9)$$

где M, m - массы тел, k - константа взаимодействия в n -мерном пространстве. С обычной постоянной Ньютона G она находится через сшивку потенциалов для 3-мерного пространства и соответствующего n -мерного пространства. Тогда для гравитационно взаимодействующих фотонов (в геоне или в планковской черной дыре) выражения (4.7), (4.8), (4.9) примут следующий вид (с учетом того, что вместо масс M и m необходимо подставить P/c и что $P \approx \hbar/R$)

$$E_{pot} = -\frac{kP^2}{c^2(n-2)R^{n-2}} = -\frac{k\hbar^2}{c^2} \frac{1}{(n-2)R^n} \quad (4.10)$$

$$E_{pot} = \frac{k}{c^2} P^2 \ln R = \frac{k\hbar^2}{c^2} \frac{\ln R}{R^2} \quad (4.11)$$

$$E_{pot} = \frac{k}{c^2} P^2 R = \frac{k\hbar^2}{c^2} \frac{1}{R} \quad (4.12)$$

где c - скорость света, \hbar - постоянная Планка.

В полную потенциальную энергию системы входит и центробежная энергия геона $P_\varphi c = Nc/R$, форма которой, однако, не зависит от размерности пространства, точно также, как не зависит от размерности пространства форма для кинетической энергии «приведенного» фотона $E_{kin} = P'c$, где $P' = P/2$. С другой стороны, центробежная энергия играет роль только в третьем приближении, поэтому далее в выражениях для полной энергии геона в пространствах U^n мы не будем ее учитывать (в целях упрощения графиков). Тогда уравнения для полной энергии геона $E = E_{kin} + E_{pot}$ в пространствах U^n будут иметь вид (при условии, что $k = c = \hbar = 1$).

$$E(R) = \left(1 - \frac{2}{(n-2)R^{n-1}} \right) \frac{1}{2R}; \quad n \geq 3 \quad (4.13)$$

$$E(R) = \left(1 + \frac{2 \ln R}{R} \right) \frac{1}{2R}; \quad n = 2 \quad (4.14)$$

$$E(R) = \frac{1,5}{R}; \quad n = 1 \quad (4.15)$$

Построим графики зависимости полной энергии геона $E(R)$ в пространствах с размерностями $1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$ в соответствии с соотношениями (4.13), (4.14), (4.15) (рис.4.8).

Из рис.4.8 видно, что максимумы кривых $E(R)$ в пространствах $U_1, U_2, U_4, U_5, \dots, U_n$ лежат выше максимума кривой $E(R)$ в U_3 . Это означает, что образование планковских черных дыр, с энергетической точки зрения, наиболее выгодно в U_3 . Из рис.4.8 видно, что планковские черные дыры могут образовываться и в пространствах других размерностей (кроме U_1), но минимальная энергия фотонов, необходимая для образования планковских черных дыр, присуща именно 3-мерному пространству. Видимо, это справедливо и для полной энергии любых других взаимодействий в поле центральных сил.

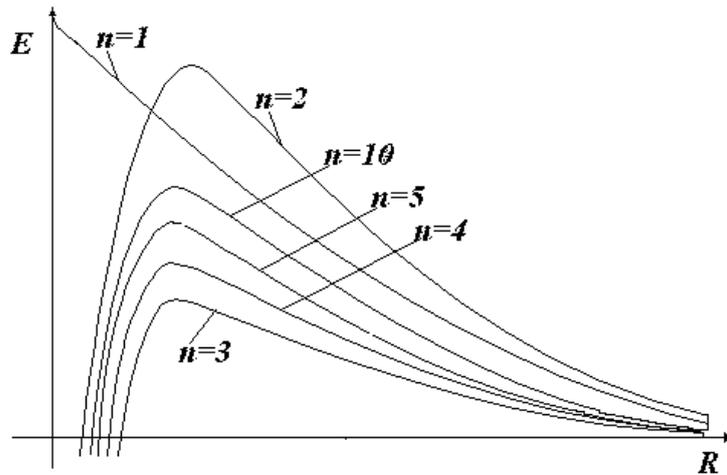


Рис. 4.8: Функция $E(R)$ в n -мерных пространствах

Всякая система стремится прийти в состояние с минимумом энергии, выделив при этом избыток имеющейся энергии. У системы, обладающей запасом энергии (возбужденной системы), всегда есть «желание» от нее избавиться, прийти в наинизшее энергетическое состояние. Системе это «энергетически выгодно». Для пребывания в возбужденном энергетическом состоянии надо, чтобы была какая-то причина, мешающая системе освободиться от избытка энергии.

Если исходить из принципа, что любая физическая система стремится реализоваться в состоянии с наименьшей энергией, то вполне очевидно, что, благодаря механизму образования планковских черных дыр в n -мерных пространствах, выбор трехмерного пространства из всех других возможностей при формировании наблюдаемой Метагалактики был заранее предрешен.

Действительно, согласно современным представлениям, наблюдаемая Метагалактика возникла около 13,7 млрд. лет тому назад из сингулярной «точки» с размером 10^{-33} см, то есть, согласно предыдущим выводам, наша Метагалактика появилась из «чернодырного» состояния физической материи, из сингулярности. Отсюда с неизбежностью следует трехмерность наблюдаемого пространства.

Если к тому же учесть, что вакуум на планковском (самом глубоком) уровне состоит из виртуальных планковских черных дыр, возникновение которых также энергетически наиболее выгодно в пространстве размерности три, то выбор трехмерного пространства очевиден (см. ниже статью о квантовой гравитации). Свойство пространства быть n -мерным в точке p , топологически инвариантно. Поэтому мы должны принять к сведению четырехмерный характер (пространство плюс время) элементарного физического собы-

тия в микромире в качестве источника размерности реального пространства-времени. Но на планковском уровне нет других событий, кроме образования реальных и виртуальных планковских черных дыр. Таким образом, трехмерность наблюдаемого пространства (или четырехмерность пространства-времени) обусловлена исключительно «кипением» планковского вакуума. В планковских масштабах длин пустое пространство вовсе не является пустым - оно представляет собой вместилище самых бурных физических процессов. Причем эти процессы есть не что иное, как гравитационный коллапс, который непрерывно и всюду совершается, но вместе с тем совершается процесс, обратный коллапсу. Коллапс при планковском масштабе длин происходит всюду и непрерывно в виде квантовой флуктуации геометрии и, по-видимому, топологии пространства. В этом смысле коллапс постоянно протекает, но вместе с тем постоянно идет обратный процесс. Образование планковских черных дыр энергетически наиболее выгодно в 3-х мерном пространстве и это обуславливает трехмерность наблюдаемого пространства.

Данный вывод противоречит антропному принципу, который утверждает, что мы живем в 3-мерном пространстве потому, что Вселенные с другими размерностями существуют без наблюдателей или законы Природы устроены таким образом, чтобы во Вселенной могла возникнуть разумная жизнь. Однако, как здесь показано, Вселенных с другими размерностями не должно быть в силу их энергетической невыгодности. Вселенная с размерностью $n = 3$ находится в основном, низшем энергетическом состоянии. Перестройка пространственных отношений, рождение пространств с размерностями $n < 3$ или $n > 3$ потребовало бы дополнительных затрат энергии.

4.3 Как разместить Вселенную в «точке» (к проблеме сингулярностей)

Одной из трудностей общей теории относительности (ОТО) является проблема сингулярностей, которая фактически возникла с момента получения Фридманом нестационарных космологических решений уравнений ОТО [46, с.229] и еще более обострилась в связи с задачей о релятивистском гравитационном коллапсе [47, с.57].

Сингулярность обозначает состояние бесконечной плотности материи, что свидетельствует о недостаточности ОТО. Что же может равноценным и универсальным образом противостоять гравитационному притяжению и в чем физическая сущность отталкивательных движений? Противостоять притяжению может движение по инерции и наличие центробежной энергии [48, с.31]. Уже в модели геона [39] мы видим, что на планковском уровне сингулярное состояние материи может быть недостижимо из-за наличия у безмассовых квантов центробежной энергии $P_{\varphi c}$. На этом уровне движение всех частиц происходит со скоростью света, причем на расстояниях $l_{pl} = 10^{-33}$ см центробежная энергия становится преобладающей над энергией притяжения частицы к сингулярной точке, что в конечном счете может не позволить физической материи прийти в состояние ее бесконечной плотности. Однако теоретически существует состояние геона со сферически-симметричной волновой функцией ($\psi = 0$), при которой возможно «падение» фотонов на сингулярность. Поэтому полностью избежать сингулярного состояния не удаётся и в геоне. Исключение составляет гравитационный коллапс одиночного фотона. В силу поперечного характера волновой функции фотона сингулярное состояние здесь принципиально недостижимо [29].

С чисто математической точки зрения есть еще одна возможность избежать сингулярного состояния материи [49, с.43]. Зададимся вопросом, каким образом мы могли бы разместить пространство любой протяженности в «точке» с линейным размером $l_{pl} = 10^{-33}$ см?

Рассмотрим простой пример. Возьмем тонкую одномерную нить длиной R_1 . Толщину нити во всех других измерениях можно положить минимальной и равной $l_{pl} = 10^{-33}$ см. Из этой нити можно соткать плоский двумерный коврик с радиусом R_2 или же свернуть в небольшой трёхмерный клубок с радиусом R_3 , причём ясно, что

$$R_1 > R_2 > R_3$$

Аналогичным образом можно рассмотреть обычную книгу, 3-мерный объект. Количество информации в виде букв занимает в книге объем V . Пусть это же количество информации необходимо разместить в 2-мерном пространстве, т.е. на плоскости. В виде строк информация займет площадь S со стороной квадрата $a(2)$. Ясно, что $a(2) > a(3)$, где $a(3)$ - сторона 3-мерного куба, изображающего книгу. Это же количество информации, помещенное в одномерное пространство, в виде строки растянется в длину величиной $a(1)$, причем

$$a(1) > a(2) > a(3)$$

Интуитивно ясно, что при увеличении числа измерений пространства для одного и того же количества информации (или вещества нити) нам потребуется n -мерный объем со все меньшей стороной $a(n)$ соответствующего n -мерного «куба», то есть

$$a(1) > a(2) > \dots > a(k) > \dots > a(n)$$

Нетрудно показать, что $a(n)$ и $a(k)$ связаны следующим соотношением

$$a(n) = a(k)^{k/n} \quad (4.16)$$

Действительно, (4.16) следует из равенства количества («объема») информации (вещества) в том или ином n -мерном пространстве

$$V(1) = V(2) = \dots = V(k) = \dots = V(n) \quad (4.17)$$

И так как

$$V(1) = a(1)^1, \quad V(2) = a(2)^2, \quad \dots \quad V(k) = a(k)^k, \quad \dots \quad V(n) = a(n)^n$$

то отсюда и следует (4.16).

Для 3-мерного пространства из (4.16) получим следующее соотношение

$$a(n) = a(3)^{3/n} \quad (4.18)$$

Из соотношения (4.18) следует интересный вывод. Предположим, нам необходимо разместить всю наблюдаемую Вселенную вместе с веществом в элементарном n -мерном «кубике» со стороной, равной величине планковской единице длины $l_{pl} = 10^{-33}$ см. Сколько измерений пространства нам для этого потребуется?

Размер наблюдаемой Метагалактики равен 10^{28} см, или, в единицах планковской длины, $10^{28}/10^{-33} = 10^{61} l_{pl}$. Из соотношения (4.18) имеем

$$10^1 l_{pl} = (10^{61} l_{pl})^{3/n} \quad (4.19)$$

Из (4.19) видно, что уже при 183-х измерениях пространства всю наблюдаемую Метагалактику можно разместить в 183-мерном «кубике» со стороной, равной $10 l_{pl}$, то есть фактически в точке (183-мерной). Причем плотность вещества в таком «кубике» останется равной плотности вещества, находящегося в 3-мерном пространстве наблюдаемой Метагалактики.

Действительно, плотность вещества в n -мерном пространстве определяется следующим образом

$$\rho(n) = \frac{M}{V(n)}$$

где M - масса вещества наблюдаемой Метагалактики, $V(n)$ - объем n -мерного пространства, $\rho(n)$ - плотность вещества в n -мерном пространстве.

И так как, по условию, $V(3) = V(183)$, то и $\rho(3) = \rho(183)$. Например, очевидно, что плотность вещества нити в нашем 2-мерном «коврике» и в 3-мерном «клубке» одинаковая.

Нетрудно также видеть, что в бесконечномерной «точке» (с размером l_{pl}) можно разместить любое конечномерное пространство любой протяженности.

Отсюда можно предположить, что сингулярная «точка», из которой, согласно ОТО, возникла наша Вселенная, была многомерной.

Можно также предположить, что при коллапсе черных дыр при достижении веществом черной дыры планковской плотности $\rho_{pl} = 10^{94}$ г/см.куб. вещество в сингулярности чёрной дыры «выдавливается» в иные измерения пространства на расстояния по крайней мере порядка планковской длины.

В современной физике действительно имеют место теории, где иные измерения пространства скомпактифицированы до планковских размеров.

Глава 5

К квантовой теории гравитации

5.1 Введение

По отдельности квантовая механика и общая теория относительности Эйнштейна экспериментально подтверждены. Однако еще ни разу не исследовался случай, когда можно было бы проверить обе теории одновременно. Дело в том, что квантовые эффекты заметны лишь в малых масштабах, а для того, чтобы стали заметны эффекты общей теории относительности, требуются большие массы. Объединить оба условия можно лишь при каких-то экстраординарных обстоятельствах.

Помимо отсутствия экспериментальных данных существует огромная концептуальная проблема: общая теория относительности Эйнштейна полностью классическая, т.е. не квантовая. Для обеспечения логической целостности физики нужна квантовая теория гравитации, объединяющая квантовую механику с общей теорией относительности. И вот уже около 80 лет физиками всего мира предпринимаются отчаянные попытки в создании теории, объединяющей два столпа современной физики: общую теорию относительности и квантовую теорию. Однако, несмотря на многолетние активные исследования, никто пока так и не смог сформулировать последовательную и полную квантовую теорию гравитации. Сегодня двумя ведущими кандидатами на квантовую теорию гравитации являются теория струн и теория петлевой квантовой гравитации [50], [51], [52]. Я не буду пробовать рассматривать эти подходы. По мнению некоторых ученых, они неверны. Ниже я изложу путь, идя по которому, возможно достигнуть успеха в построении квантовой теории гравитации.

5.2 Квантование слабого гравитационного поля

Основное уравнение общей теории относительности (5.1) является нелинейным уравнением, существенно нелинейным. Для гравитационных полей несправедлив принцип суперпозиции. Поэтому его квантово-механическое решение вызывает серьезные затруднения [53]. Здесь мы рассмотрим не первоначальное уравнение Эйнштейна, а его линеаризованный вариант [54]. Это даёт возможность проанализировать его квантово-механически. При этом обнаруживается выход в область планковских масштабов и энергий, что, видимо, указывает на верность избранного пути.

Основное уравнение Эйнштейна имеет вид

$$G_{ik} = \frac{8\pi k}{c^4} T_{ik} \quad (5.1)$$

где $G_{ik} = R_{ik} - 1/2g_{ik}R$ - тензор Эйнштейна, T_{ik} - тензор энергии-импульса источника гравитационного поля, k - гравитационная постоянная, c - скорость света.

Перейдем к пределу слабого поля

$$g_{ik} = \eta_{ik} + h_{ik}; \quad h_{ik} \ll 1 \quad (5.2)$$

где η_{ik} - метрика Минковского.

В приближении слабого поля, используя систему координат, в которой справедливо (5.2), можно разложить уравнения поля по степеням h_{ik} и без большой потери точности удерживать только линейные члены. Получающийся формализм представляет собой теорию, имеющую право на самостоятельное существование и называемой «линеаризованная теория тяготения». Фактически это как раз та теория, которая получается для классического поля, соответствующего квантовомеханическим частицам, имеющим: 1) нулевую массу покоя; 2) спин 2; и находящимся 3) в плоском пространстве-времени [55].

В [54] показано, что с учетом (5.2) уравнения поля Эйнштейна (5.1)

$$2G_{ik} = \frac{16\pi k}{c^3} T_{ik}$$

можно записать в виде

$$-\bar{h}_{ik,m}{}^m - \eta_{ik}\bar{h}_{mn}{}^{mn} + \bar{h}_{im}{}^m{}_{,k} + \bar{h}_{km}{}^m{}_{,i} = \frac{16\pi k}{c^4} \tau_{ik} \quad (5.3)$$

где $\bar{h}_{ik} \equiv h_{ik} - (1/2)\eta_{ik}h$

Первый член этих линеаризованных уравнений представляет собой обычный даламбертиан в плоском пространстве-времени, а остальные члены служат только для сохранения «калибровочной инвариантности» уравнений.

Для 10 независимых полей g_{ik} имеется лишь шесть независимых уравнений движения, т.е. уравнения движений вырождены. Для снятия вырождения нужно наложить 4 дополнительных условия. Обычно эта процедура интерпретируется как конкретизация системы координат. С точки зрения калибровочной теории это переход к некоторой калибровке в лагранжевом формализме. Не теряя общности, можно наложить «калибровочные условия»

$$\bar{h}{}^{im}{}_{,m} = 0 \quad (5.4)$$

Эти калибровочные условия являются тензорным аналогом лоренцевой калибровки $A^m{}_{,m} = 0$ электромагнитной теории. Уравнения поля (5.3) в таком случае принимают вид

$$-\frac{1}{2}\bar{h}_{ik,m}{}^m = \frac{8\pi k}{c^4} \tau_{ik} \quad (5.5)$$

В уравнении (5.5) τ_{ik} обозначает дополнительные выражения, получающиеся при переходе в точных уравнениях тяготения (5.1) к случаю слабых полей в рассматриваемом приближении. Величины \bar{h}_{ik} удовлетворяют условию (5.4) $\bar{h}_{ik,}{}^k = 0$. Из (5.5) следует, что такое же уравнение имеет место и для τ_{ik} .

$$\tau_{ik,}{}^k = 0$$

Это уравнение заменяет здесь общее соотношение $T_{ik,}{}^k = 0$.

«Калибровочные условия (5.4), уравнения поля (5.5) и определение метрики

$$g_{ik} = \eta_{ik} + h_{ik} = \eta_{ik} + \bar{h}_{ik} - \frac{1}{2}\eta_{ik}\bar{h}$$

представляют собой основные уравнения линеаризованной теории тяготения в лоренцевой калибровке.» [54, т.2,с.70]

Далее. Пространство-время разделено на 1) внутреннюю область источника, которая окружена 2) вакуумной областью сильного поля, которая, в свою очередь окружена 3) асимптотически плоской зоной слабого поля. Здесь мы рассматриваем только асимптотически плоские области. Источнику гравитационного поля можно приписать полную массу-энергию Mc^2 , 4-скорость U_i , полный 4-импульс P_i и вектор собственного момента импульса S_i . 4-векторы U_i , P_i , S_i могут существовать и свободно перемещаться в асимптотически плоской области пространства-времени (при пренебрежимо малой кривизне параллельный перенос по замкнутым кривым не изменяет U_i , P_i и S_i), 4-скорость U_i определяется как 4-скорость асимптотически покоящейся системы отсчета ($U_0 = 1$, $U_\alpha = 0$ в покоящейся системе отсчета). Полный 4-импульс определяется как $P_i = McU_i$.

Будем искать 4-импульс источника гравитационного поля. Линеаризованное уравнение поля Эйнштейна (5.5) можно проинтегрировать по 3-мерной гиперповерхности V^k .

$$\int \sqrt{-g}G_{ik}dV^k = \frac{8\pi k}{c^4} \int \sqrt{-g}\tau_{ik}dV^k \quad (5.6)$$

где $G_{ik} = -(1/2)\bar{h}_{ik,m}{}^m$

Тогда правая часть в (5.6) принимает вид

$$\frac{8\pi k}{c^4} \int \sqrt{-g}\tau_{ik}dV^k = 4\pi \left(\frac{2k}{c^3}\right) P_i \quad (5.7)$$

где P_i - 4-импульс материи и является тензором в асимптотически плоской области, окружающей источник. Из объемного интеграла (5.7) с помощью теоремы Гаусса нетрудно вычислить интегральный гауссовый поток для полного 4-импульса источника, где замкнутая двумерная поверхность интегрирования должна полностью окружать источник. Отметим, что 4-импульс P_i в данном случае является сохраняющейся величиной. Пространство-время должно быть асимптотически плоским. Только в этом случае можно применять линеаризованную теорию и только на основе применимости линеаризованной теории вдали от источника можно обосновать использование интегралов в полной нелинейной теории. Никто не может заставить физика двигаться вблизи от источника. К тому же и нет необходимости так поступать. Требование, чтобы пространство-время было асимптотически плоским является решающей особенностью объемного интеграла (5.7). Даже координаты должны асимптотически переходить в координаты Минковского, иначе приведенные выше формулы будут не верны. «При вычислении 4-импульса линеаризованной системы интегральный поток необходимо применять только в координатах, асимптотически переходящих в координаты Минковского. Если такие координаты не существуют (пространство-время не является асимптотически плоским на бесконечности), то необходимо полностью отказаться от интегрального потока и основанного на нем по определению величины 4-импульса гравитирующего источника. Линеаризованная теория гарантирует, что при преобразованиях Лоренца интеграл P_i будет преобразовываться как тензор в специальной теории относительности и он будет инвариантным относительно бесконечно малых преобразований координат (калибровочных преобразований).»[54, т.2,с.100]

Левую часть уравнения (5.6) можно записать следующим образом

$$\int \sqrt{-g}G_{ik}dV^k = 4\pi R_i \quad (5.8)$$

где $G_{ik} = -(1/2)\bar{h}_{ik,m}{}^m$

Каким образом можно интерпретировать величину R_i в (5.8)? Величина R_i имеет размерность длины. Тензор G_{ik} в (5.8) имеет размерность обратного квадрата длины. Процедура интегрирования в (5.8) приводит к увеличению степени подынтегрального выражения. В данном случае происходит преобразование от отрицательной второй степени к положительной первой степени. Величина R_i в (5.8) является радиусом кривизны пространства-времени или, с точностью до числового множителя, импульсом гравитационного поля. В общей теории относительности просто нет других претендентов размерности длины, прямо пропорционально связанных с энергией-импульсом частицы, кроме ее радиуса кривизны и, в частном случае, гравитационного радиуса. Покажем, что это действительно так.

Линеаризованное уравнение Эйнштейна (5.5) после интегрирования принимает следующий простой вид

$$R_i = \frac{2k}{c^3} P_i \quad (5.9)$$

Теперь запишем уравнения движения. 4-импульс P_i в (5.9) равен

$$P_i = Mc \frac{dx_i}{ds} = Mc U_i$$

где M - масса источника, U_i - его 4-скорость. В частности, в случае постоянного гравитационного поля $dx_\alpha/ds = 0$, ($\alpha = 1, 2, 3$), $dx_0/ds = 1$ и из (5.9) мы будем иметь

$$R_0 = \frac{2k}{c^3} P_0 = \frac{2k}{c^2} M = r_g \quad (5.10)$$

В (5.10) R_0 есть не что иное как гравитационный радиус источника r_g . Этот вывод получается из следующих соображений: гравитационный радиус r_g определен как

$$r_g = \frac{2k}{c^3} Mc$$

где M - полная масса тела (полная энергия материи и постоянного гравитационного поля).

Действительно, в случае постоянного гравитационного поля можно вывести простое выражение для полной энергии материи вместе с полем в виде интеграла только по пространству, занятому материей (Толман, 1930, [56]). Получить его можно исходя из следующего выражения, справедливого, когда все величины не зависят от x^0 :

$$R_0^0 = \frac{1}{\sqrt{-g}} \frac{\partial}{\partial x^\alpha} (\sqrt{-g} g^{i0} \Gamma_{0i}^\alpha)$$

Интегрируя $R_0^0 \sqrt{-g}$ по трехмерному пространству и применив трехмерную теорему Гаусса, получим после вычисления:

$$\int R_0^0 \sqrt{-g} dV = \oint \sqrt{-g} g^{i0} \Gamma_{0i}^\alpha df_\alpha$$

Взяв достаточно удаленную поверхность интегрирования и воспользовавшись для g_{ik} следующими выражениями для слабого поля [56]

$$h_{00} = -\frac{r_g}{r}, \quad h_{\alpha\beta} = -\frac{r_g}{r} n_\alpha n_\beta, \quad h_{0\alpha} = 0$$

где $r_g = 2kM/c^2$, получим после простого вычисления:

$$\int R_0^0 \sqrt{-g} dV = \frac{4\pi k}{c^2} M = \frac{4\pi k}{c^2} P^0 \quad (5.11)$$

Замечая также, что согласно уравнениям поля

$$R_0^0 = \frac{8\pi k}{c^4} \left(T_0^0 - \frac{1}{2} T \right) = \frac{4\pi k}{c^4} (T_0^0 - T_1^1 - T_2^2 - T_3^3)$$

получаем искомую формулу

$$P^0 = Mc = \frac{1}{c} \int (T_0^0 - T_1^1 - T_2^2 - T_3^3) \sqrt{-g} dV \quad (5.12)$$

Формула (5.12) выражает полную энергию материи и постоянного гравитационного поля (т.е. полную массу тела M) через тензор энергии-импульса одной только материи.

Таким образом, в уравнении (5.10) в случае постоянного гравитационного поля

$$R_0 = \frac{2k}{c^3} P_0 = \frac{2k}{c^3} McU_0$$

величина M есть полная масса тела и мы имеем право записать выражение

$$R_0 = \frac{2k}{c^3} P_0 = r_g U_0 = r_g \quad (5.13)$$

С точностью до числового множителя величину $R_0 = r_g U_0$ можно считать нулевой компонентой импульса слабого постоянного гравитационного поля.

Для слабого гравитационного поля уравнения (5.9) получаются из уравнений Эйнштейна (5.1). Для их эквивалентности нужно показать, что уравнения Эйнштейна (5.1) для слабого гравитационного поля можно получить из уравнений (5.9). Это не очевидно, поскольку из равенств $\int A_{ik} dS^k = \int B_{ik} dS^k$ вообще говоря, не следует, что $A_{ik} = B_{ik}$.

Проанализируем уравнение (5.9) $R_i = (2k/c^3)P_i$ с квантово-теоретической точки зрения. Для перехода к квантовой теории заменим динамические переменные R_i и P_i операторами и подействуем ими на волновую функцию ψ . Тогда в координатном представлении уравнение (5.9) примет вид

$$\left(\frac{2k}{c^3} \hat{P}_i - \hat{R}_i \right) \psi = 0 \quad (5.14)$$

где P_i - оператор i -той компоненты 4-импульса материи, а R_i - оператор i -той компоненты 4-импульса гравитационного поля. Из (5.14) получаем следующее уравнение

$$i \frac{2\hbar k}{c^3} \frac{\partial \psi}{\partial x^i} + R_i \psi = i 2l_{pl}^2 \frac{\partial \psi}{\partial x^i} + R_i \psi = 0 \quad (5.15)$$

где \hbar - постоянная Планка, $l_{pl} = 10^{-33} cm$ - фундаментальная планковская длина. Уравнение (5.15) является основным уравнением квантовой теории гравитации для поля вдали от гравитирующих источников, в асимптотически плоской области пространства-времени. Это уравнение, видимо, описывает движение квантовой частицы в классическом гравитационном поле R_i . В этом случае к нему, скорее всего, нужно применить метод вторичного квантования для того, чтобы «уравнять в правах» квантовую частицу и гравитационное поле.

Кванты гравитационного поля (или кванты кривизны пространства-времени) определяются с помощью следующего выражения (смотри ниже по тексту)

$$R_i = 2l_{pl}^2 k_i$$

где k_i - волновой 4-вектор.

Уравнение (5.15) можно представить как уравнение для собственных функций i -той составляющей гравитационного импульса R_i

$$R_i \psi = -i 2l_{pl}^2 \frac{\partial \psi}{\partial x^i} \quad (5.16)$$

Из (5.16) следует, что оператор i -составляющей 4-импульса гравитационного поля R_i в координатном представлении будет иметь вид

$$\hat{R}_i = -i 2l_{pl}^2 \frac{\partial}{\partial x^i} \quad (5.17)$$

Из выражения для оператора R_i следует, что сопряженные компоненты R_i и x_i в планковских масштабах длин не коммутируют между собой

$$\hat{R}_i \hat{x}^i - \hat{x}^i \hat{R}_i = -2il_{pl}^2$$

где \hat{R}_i и \hat{x}^i - операторы. Отсюда также следует соотношение неопределенностей

$$\Delta R_i \Delta x^i \geq l_{pl}^2 \quad (5.18)$$

т.е. чем меньше неопределенность координаты x^i , тем больше неопределенность сопряженной i -той компоненты гравитационного импульса поля источника R_i и наоборот.

Выше мы показали (5.10), что для слабого статического поля $R_i = r_g$ и $x_i = x_0 = S$. Очевидно, что в случае статического сферически-симметричного поля, создаваемого покоящимся сферически симметричным телом координата $S = x_0 = ct$, сопряженная с гравитационным радиусом r_g , совпадает с полярной координатой r , поэтому соотношение неопределенностей (5.18) можно переписать следующим образом

$$\Delta r_g \Delta r \geq l_{pl}^2 \quad (5.19)$$

Из соотношения неопределенностей (5.18) или (5.19) следует, что в планковских масштабах длин при попытке более точного определения координаты источника (точнее, чем интервал 10^{-33} см), увеличивается неопределенность гравитационного радиуса источника, который становится больше длины 10^{-33} см. Получить точную информацию о координате источника, спрятанного под горизонтом событий, становится практически невозможно (источник в таких масштабах превращается в черную дыру). С другой стороны, когда гравитационный радиус источника становится меньше планковской длины, неопределенность координаты источника растет и определить точное местоположение его горизонта событий также невозможно. Соотношения неопределенностей (5.18) или (5.19) говорят о том, что: *«масштаб Планка является пределом расстояния, меньше которого сами понятия пространства и длины перестают существовать. Любая попытка исследовать существование более коротких расстояний (меньше, чем 10^{-33} см), осуществляя столкновения при более высоких энергиях, неизбежно закончилась бы рождением черной дыры. Столкновения при больших энергиях, вместо того, чтобы дробить вещество на более мелкие кусочки, приведут к рождению черных дыр все большего размера.»* [57]. Действительно, уменьшение координаты r , согласно соотношению (5.19), ведет к увеличению гравитационного радиуса r_g , то есть к рождению черной дыры большего размера. Таким образом, появление планковских черных дыр знаменует конец важного направления науки.

Из (5.19) видно, что гравитационный радиус источника и его координата флуктуируют (мерцают) в пределах планковской длины. Физическая материя в планковском масштабе длин существует только в чернотырном состоянии. Поэтому планковская длина 10^{-33} см является минимально возможной измеримой длиной, допустимой в физике микромира.

«Эти мелкомасштабные флуктуации говорят о том, что повсюду в пространстве все время происходит нечто похожее на гравитационный коллапс, что гравитационный коллапс по существу постоянно совершается, но постоянно совершается и обратный процесс, что кроме гравитационного коллапса Вселенной и звезды необходимо рассматривать также третий тип коллапса и, поскольку для него непрерывно идет обратный процесс, наиболее важен уровень гравитационного коллапса при планковском масштабе расстояний» . [54, т.3, с.459]

Сделаем замечание относительно соотношения неопределённостей (5.18) или (5.19). Неопределённость несёт смысл среднеквадратичной ошибки измерения. Нужно как-то измерить x_i и R_i на планковских масштабах, чтобы получить эту ошибку? За этими символами стоит (должна стоять) процедура измерения. Иначе это не наблюдаемые величины, и тогда их не имеет смысла вводить в теорию. В чём и смысл, и парадоксальность квантовой механики. Но инструменты для измерения реальны только до границы планковских масштабов. Далее они сами коллапсируют, превращаются в планковские черные дыры. Однако сущность соотношения неопределенностей состоит не столько в том, что координату x_i и гравитационный импульс R_i нельзя одновременно измерить, сколько в том, что эти понятия в ряде случаев не являются точно определенными. Соотношение неопределенностей (5.18) - это не следствие принципиального несовершенства измерительных приборов, а математическая теорема. Обычно говорят, что соотношение неопределенностей возникает из-за взаимодействия измерителя и измеряемого объекта. Но это соотношение возникает с самого начала, еще до вопроса об измерении. Соотношение неопределенностей (5.18) является следствием аппарата квантовой механики. Неопределенность, выражаемая соотношением (5.18), возникает из-за того, что мы пытаемся измерить то, что не имеет определенного значения.

5.3 Некоторые результаты, вытекающие из гравитационного соотношения неопределенностей $\Delta r_g \Delta r \geq l_{pl}^2$

5.3.1 Оценка выражения для пространственно-временной метрики на планковском уровне

Позволяя довольно простым путем получить важные оценки, найденное соотношение неопределенностей (5.19) оказывается полезным рабочим инструментом квантовой теории гравитации. В качестве примера рассмотрим выражение для пространственно-временной метрики dS^2 для центрально-симметричного гравитационного поля. В классической общей теории относительности оно имеет вид

$$dS^2 = \left(1 - \frac{r_g}{r}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r_g}{r}} - r^2(d\Omega^2 + \sin^2 \Omega d\phi^2) \quad (5.20)$$

Центрально-симметричное гравитационное поле в пустоте является статическим. Поэтому на квантовом уровне мы можем рассматривать в выражении (5.20) величины r_g и r , входящие в него, как неопределенности соответственно гравитационного радиуса и координаты частицы. Согласно соотношению (5.19), эти величины связаны друг с другом: $r_g r \approx l_{pl}^2$ или, проще, $r_g r = l_{pl}^2$. Отсюда получаем

$$r_g = \frac{l_{pl}^2}{r}$$

Используя это выражение, исключим величину r_g из (5.20). Получим

$$dS^2 = \left(1 - \frac{l_{pl}^2}{r^2}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{l_{pl}^2}{r^2}} - r^2(d\Omega^2 + \sin^2 \Omega d\phi^2) \quad (5.21)$$

Из (5.21) мы видим, что метрика пространства-времени ограничена снизу планковской длиной l_{pl} . На планковском уровне материя переходит в чернодырное состояние, коллапсирует. Аналогичным образом необходимо поступить и с другими выражениями, получаемыми в рамках общей теории относительности. Здесь мы, конечно, предполагаем, что канонические уравнения классической общей теории относительности сохраняют свой вид и на планковском уровне.

В макроскопической физике, встречаясь с тяжелым телом, надо прежде всего оценить его гравитационный радиус, и мы уже будем знать многое о величине эффектов, связанных с общей теорией относительности. Например, масштаб изменения хода часов определяется безразмерным параметром ξ , т.е. отношением гравитационного радиуса r_g к расстоянию до центра притяжения r

$$\xi = \frac{r_g}{r}$$

Для Солнца он составляет примерно $4 * 10^{-6}$ или $1,76''$, то есть луч света, проходя вблизи края диска Солнца, отклонится на величину порядка $4 * 10^{-6}$ радиан. Для Меркурия этот параметр будет составлять 10^{-7} , что за сто земных лет дает для смещения перигелия Меркурия $43''$. С помощью этого безразмерного параметра можно также оценить, например, скорость Меркурия, приравняв центробежную силу инерции центростремительной силе. Этот же параметр входит и в третий закон Кеплера. Не удивительно, что r_g входит и во все остальные оценки: просто никакой другой величины размерности длины, кроме r_g , составить нельзя. Но, как мы выяснили выше, отношение r_g/r на планковском уровне имеет вид l_{pl}^2/r^2 , поэтому для того, чтобы сделать оценку любого соотношения, получаемого в рамках классической общей теории относительности применительно к планковскому уровню, необходимо отношение r_g/r заменить выражением l_{pl}^2/r^2 . Тогда, например, в центрально-симметричном гравитационном поле метрический коэффициент g_{00} будет иметь вид

$$g_{00} = 1 - l_{pl}^2/r^2$$

Аналогично, чтобы оценить величину флуктуаций скорости света (отклонение скорости света от классического значения) на планковском уровне при распространении его в гравитационном поле на расстояние r , необходимо руководствоваться следующим соотношением

$$c' = c(1 + 2\Phi/c^2) = (1 - r_g/r) = (1 - l_{pl}^2/r^2)$$

Видно, что флуктуации скорости света наиболее значительны именно на планковском уровне и их величина определяется не планковской длиной l_{pl} , а ее квадратом l_{pl}^2 .

Отметим также, что при исследовании проблемы измеримости средних гравитационных полей [58] величина напряженности поля Γ , метрический тензор g , ускорение силы тяжести γ , гравитационный потенциал Φ могут быть измерены также с ошибкой, пропорциональной отношению l_{pl}^2/r^2 .

5.3.2 Анализ размерностей

К аналогичным выводам мы приходим и из анализа размерностей. Действительно, гравитационное поле совершает нулевые колебания. Оценим порядок длины волны нулевых гравитационных колебаний, при которой геометрия становится не похожей на евклидову. Степень отклонения геометрии от евклидовой в гравитационном поле определяется

отношением гравитационного потенциала Φ и квадрата скорости света c^2

$$\xi = \frac{\Phi}{c^2}$$

Когда $\xi \ll 1$, геометрия близка к евклидовой; при $\xi = 1$ всякое сходство исчезает. Энергия колебания масштаба l равна

$$E = \hbar v = \hbar c/l$$

где c/l - порядок частоты колебаний.

Гравитационный потенциал Φ , создаваемый массой m , на такой длине есть

$$\Phi = km/l$$

где k - постоянная всемирного тяготения.

Вместо m следует подставить массу, которой соответствует энергия E ($m = E/c^2$).

Получаем

$$\Phi = kE/lc^2 = k\hbar/l^2c$$

Разделив это выражение на c^2 , получим величину ξ .

$$\xi = \Phi/c^2 = kE/lc^5 = k\hbar/l^2c^3 = l_{pl}^2/l^2$$

Сравнивая с найденным выше соотношением $r_g/r = l_{pl}^2/r^2$, находим, что они идентичны. Приравняв $\xi = 1$, найдем ту длину, на которой полностью искажается евклидова геометрия

$$l_{pl} = (k\hbar/c^3)^{1/2}$$

Она равна планковской длине. Здесь евклидова геометрия искажается полностью. Однако равенство $\xi = \Phi/c^2 = 1$ связано с горизонтом событий, так как именно на горизонте событий это равенство имеет место. В самом деле, равенство $\Phi/c^2 = 1$, приводит к соотношению

$$\Phi = km/l = c^2$$

Отсюда следует $l = km/c^2$, что совпадает, с точностью до множителя 2, с гравитационным радиусом r_g .

Это подтверждает наш вывод о том, что на планковском уровне материя существует в чернотыдном состоянии и планковский вакуум состоит из виртуальных планковских черных дыр [59].

Известно, что содержащейся в классических соотношениях информации недостаточно для построения аппарата квантовой механики. Необходима дополнительная информация о свойствах коммутирования рассматриваемых операторов. Иначе говоря, классические соотношения должны быть дополнены перестановочными соотношениями. Именно в перестановочных соотношениях заключена та специфическая информация, без которой немислим аппарат квантовой механики, в том числе и квантовой теории гравитации. В этой связи подчеркнем, что в правую часть найденных нами выше перестановочных соотношений входит специфическая квантово-гравитационная постоянная - квадрат планковской длины l_{pl}^2 . Переход от квантовой теории гравитации к классической гравитации требует положить $l_{pl} = 0$. В этом случае все величины, входящие в перестановочное соотношение, начинают коммутировать и в результате квантово-гравитационное выражение превращается в подлинное уравнение классической теории гравитации, в данном случае в уравнение (5.1). Присутствие в правой части указанного равенства хотя и малой, но все же отличной от нуля постоянной l_{pl}^2 , обуславливает все своеобразие квантово-гравитационных представлений.

В аппарате квантовой теории гравитации на месте величин, характеризующих в обычной теории гравитации (общей теории относительности) состояние физической системы, должны выступать символические операторы, подчиненные некоммутативному правилу умножения, найденному выше, содержащему квадрат планковской длины l_{pl}^2 . Это позволяет найти спектральное распределение этих величин. В соответствии с принципом дополненности Бора, канонические уравнения классической общей теории относительности сохраняют свой вид, но физические переменные должны замениться символическими операторами, подчиняющимися правилам некоммутативной алгебры.

Из (5.1) также следует, что наряду с соотношениями $E = \hbar\omega$ и $P = \hbar k$ можно записать соотношение

$$R_i = 2l_{pl}^2 k_i$$

где k_i - волновой 4-вектор. Родство этого соотношения и уравнения (5.1) очевидно. Достаточно подставить в (5.1) вместо P_i величину $\hbar k_i$. По аналогии с квантом энергии-импульса материи $P_i = \hbar k_i$, величину $R_i = 2l_{pl}^2 k_i$ мы должны назвать (с точностью до числового множителя) «квантом энергии-импульса гравитационного поля». Такие кванты мы должны, видимо, отождествить с гравитонами. Из выражения $R_i = 2l_{pl}^2 k_i$ мы видим, что квантуется не пространство-время, а радиус кривизны пространства-времени R_i (или кривизна пространства-времени $1/R_i$) или, с точностью до числового множителя, энергия-импульс гравитационного поля (в асимптотически плоской области пространства-времени). Поэтому величины $R_i = 2l_{pl}^2 k_i$ мы можем назвать также квантами кривизны пространства-времени.

На планковском уровне [29] квантовая теория гравитации, скорее всего, является теорией планковских черных дыр, но не теорией планковских струн, как утверждается в [35].

Как подчеркивалось выше, интегрирование должно проводиться по достаточно удаленной гиперповерхности, где пространство-время является асимптотически плоским. К такому случаю как раз и относится интегрирование по гиперповерхности V^i , охватывающей планковскую область пространства-времени, где кривизна пространства-времени становится несущественной уже в масштабе 10^{-32} см. 4-пространство-время становится асимптотически плоским практически на горизонте событий планковской черной дыры. Действительно, выше установлено, что в шварцшильдовской метрике в планковских масштабах длин метрический коэффициент g_{00} имеет вид

$$g_{00} = 1 - \frac{l_{pl}^2}{r^2} \quad (5.22)$$

Из (5.22) видно, что на горизонте событий ($g_{00} = 0$) $r = l_{pl} = 10^{-33}$ см. Однако уже при $r = 10^{-32}$ см метрический коэффициент g_{00} равен

$$g_{00} = 1 - 0.01 = 0.99$$

то есть уже на этом расстоянии пространство-время является практически плоским (g_{00} примерно равен единице). При $r = 10^{-31}$ см метрический коэффициент g_{00} еще на порядок ближе к единице и равен

$$g_{00} = 1 - 0.001 = 0.999$$

и т.д.

Поэтому мы имеем полное право рассматривать линеаризованную теорию гравитационного поля Эйнштейна с квантовомеханической точки зрения вплоть до планковских масштабов длин. И только на самом горизонте событий планковской черной дыры или под горизонтом событий такой подход становится неприемлемым. С точки зрения внешнего

наблюдателя на планковском уровне в пределах длины 10^{-33} см положение горизонта событий является неопределенным. На этом уровне метрика пространства-времени, то есть ее геометрия, флуктуирует.

«Квантовые флуктуации геометрии пространства на малых расстояниях столь велики, что флуктуирует даже топология, образуя "горловины" и захватывая силовые линии. Эти флуктуации надо представлять себе заполняющими все пространство ("пенообразная структура геометрии") и характеризующимися по порядку величины планковской длиной 10^{-33} . Таким образом заставляет обратить на себя внимание третий тип гравитационного коллапса - коллапс, который непрерывно и всюду совершается, но вместе с тем совершается процесс, обратный коллапсу. Коллапс при планковском масштабе длин происходит всюду и непрерывно в виде квантовой флуктуации геометрии и, по видимому, топологии пространства. В этом смысле коллапс постоянно протекает, но вместе с тем постоянно идет обратный процесс. Пожалуй, самый центральный пункт состоит в следующем: пустое пространство вовсе не является пустым - оно представляет собой вместимлице самых бурных физических процессов.» [54, т.3, с.465-471]

5.4 О квантовании сильного гравитационного поля

Если внутреннее поле тяготения источника слабо, то линеаризованная теория поля справедлива во всем пространстве. Но что будет, если поле тяготения сильное? Справедлива ли в этом случае операция интегрирования уравнения Эйнштейна (9.1)? Какого рода геометрический объект представляет собой 4-импульс P_i или величина R_i ? Он определяется с помощью измерений, выполненных в относительной удаленности от источника (например, черной дыры), где с увеличением расстояния пространство-время становится все более плоским (асимптотически плоским). Поэтому величины P_i и R_i можно рассматривать как i -компоненты 4-импульсов материи и гравитационного поля в «асимптотически плоском пространстве-времени», окружающем источник в асимптотической лоренцевой системе отсчета, где справедливо линеаризованное уравнение Эйнштейна.

Таким образом, *«в окрестности области с любой, как угодно сложной динамикой, если только с некоторой точностью геометрия асимптотически плоская, имеет смысл с той же точностью говорить о полном 4-векторе энергии-импульса динамической области и ее полном собственном моменте импульса S . Параллельный перенос каждого из этих векторов по любой замкнутой кривой в плоской области оставляет их неизменными. Более того, он не зависит от того, насколько сильны отклонения от плоского пространства-времени в динамической области (черные дыры, коллапсирующие звезды, интенсивные гравитационные волны и т.д.); вдали кривизна будет слабой и 4-импульс и момент импульса будут обнаружены по их отпечаткам на геометрии пространства-времени.» [54, т.2, с. 95]*

Интегрирование же уравнений сильного (нелинейного) гравитационного поля Эйнштейна (5.1) вблизи от источника в общей теории относительности (не линеаризованных) не определено по той простой причине, что надо просуммировать вклады от компонентов G_{ik} и T_{ik} . Но последние зависят от выбора базиса (системы отсчета) на многообразии. Кривизна здесь играет решающую роль, т.к. на многообразии с ненулевой кривизной (т.е. вблизи от источника) невозможно ввести единую («выделенную») систему координат, в отличие от плоского пространства.

Поэтому, чтобы просуммировать интегральные суммы по какой-то области, необходимо найти определенное соответствие между значениями G_{ik} и T_{ik} в точках этой области, принадлежащим вообще говоря различным расслоениям. Единственная возможность сделать это - это совершать параллельный перенос G_{ik} и T_{ik} из одной точки в другую, пока

не просуммируется вся интегральная сумма.

Но процедура параллельного переноса единственна только в плоском пространстве, тогда как на многообразии ненулевой кривизны она будет зависеть от пути переноса.

Эта неопределенность при интегрировании приводит к тому, что пока не существует квантовой теории для сильного (нелинейного) гравитационного поля вблизи от источника и выписанное выше уравнение (5.15) для слабого (линейного) гравитационного поля оказывается основным и единственным уравнением квантовой теории гравитации.

Однако, хотя истинное гравитационное поле не может быть исключено во всем пространстве никаким преобразованием координат, тем не менее надлежащим преобразованием координат, перейдя в ускоренную систему отсчета, можно привести метрические коэффициенты к почти галилееву виду в любой малой области негалилеева пространства-времени (т.е. локально). Поэтому сильное гравитационное поле в малой области пространства-времени (в микромире) в падающей системе отсчета будет выглядеть как слабое поле, так как метрика пространства-времени здесь галилеева или почти галилеева, то есть компоненты метрического тензора почти равны своим галилеевым значениям. Все явления в системе отсчета, жестко связанной со свободно движущимся в поле тяготения телом, совершаются таким образом, как будто бы поля тяготения не существует. Но «устранение» поля тяготения можно осуществить лишь в некоторой малой области пространства. Никаким выбором системы отсчета нельзя «устранить» во всем пространстве существующее реально поле тяготения. Эквивалентность тяготения и ускорения локальна и приближенна, каким бы малым не была область пространства. Вот этот малый «остаток» гравитационного поля в падающей системе отсчета и можно считать асимптотически плоским пространством-временем. Поэтому и для сильного гравитационного поля локально (в малой области пространства-времени) справедливы рассуждения и формулы, изложенные выше по отношению к слабому гравитационному полю, а именно уравнение (5.15) и соответствующие соотношения неопределенностей (5.18) и (5.19). Поэтому, как представляется автору, соотношения неопределенностей (5.18) и (5.19) локально справедливы и в сильном гравитационном поле.

Из соотношений неопределенностей (5.18) и (5.19) следует, что не существует такого эксперимента, с помощью которого можно было бы отличить квантованное гравитационное поле от неквантованного. То есть не существует такого эксперимента, который позволил бы выяснить, классическим или квантовым характером обладает гравитационное поле, существуют гравитоны или нет. Чтобы отличить классическое поле от квантового, необходимо иметь возможность измерять длины, меньшие планковской длины. Но ниже планковской длины операции измерения теряют смысл. ***Тем самым гравитация оказывается по ту сторону законов классической и квантовой теорий. Общая теория относительности стоит уже по ту сторону противоположностей между классической и квантовой физикой*** [60, с.304-306, 320-322].

Например, известный физик И.Я. Френкель относился к квантованию гравитации весьма скептически. Это ясно показывает рукопись статьи «Принцип причинности и полевая теория материи» (Личный архив В.Я. Френкеля), которую Я.И. Френкель подготовил для сборника, посвященного Эйнштейну и вышедшего в США в 1949 г. Вопросу квантования гравитации в этой статье уделен почти целиком параграф «Ядерное и гравитационное поля». Автор анализирует точку зрения, согласно которой гравитационное поле, «или, во всяком случае, та (слабая) часть его, которая образует гравитационные волны, может быть квантована, чему должно соответствовать появление соответствующих частиц - гравитационных квантов, или гравитонов» и указывает: «А. Эйнштейн был, вероятно, первым, кто указал на связь между гравитационными волнами и соответствующими частицами (в беседе с автором в 1925 г.). Подробное математическое исследование этого вопроса было опубликовано в нашей стране М. Бронштейном в 1936 г. Результаты

Бронштейна недавно развил Д. Д. Иваненко». Однако Я. И. Френкель выразил несогласие с такой точкой зрения, считая аналогию между гравитационным и электромагнитным полями весьма поверхностной. Его аргументы состояли в том, что «электромагнитное поле представляет собой материю, а гравитационное лишь определяет метрические свойства пространственно-временной протяженности. Строго говоря, таких вещей, как гравитационная энергия или импульс, не существует, так как соответствующие им величины не образуют настоящего тензора, а являются лишь псевдотензором» (в этом же Я. И. Френкель видит причину неудач многих попыток сведения теории обоих полей в единую теорию поля). Попытки квантовать гравитацию он считает бессмысленными, поскольку «гравитационное поле имеет макроскопический, а не микроскопический смысл, обуславливая лишь некоторую рамку для описания физических событий в пространстве и времени, тогда как квантование относится лишь к микроскопическим процессам в материальных полях».

Сомнения в синтезе квантовых и общерелятивистских идей вызываются особой - геометрической - природой гравитационного поля, отождествлением его с метрикой пространства-времени, а также очевидной малостью эффектов гравитации в микромире. В 60-е годы Розенфельд высказывал мнение, что квантовать гравитационное поле бессмысленно, поскольку оно имеет, возможно, чисто классическую макроскопическую природу. А ведь Розенфельд был первым, кто рассматривал квантование гравитации на языке формул [61]. Автор разделяет указанную точку зрения. Как мы показали выше, можно проквантовать слабое гравитационное поле. Однако квантовать сильное гравитационное поле принципиально невозможно. Такое заключение надо принять, как аксиому. И это важный вывод. Имеет ли после такого заключения смысл развивать такие спекулятивные направления, как теория струн или петлевая квантовая теория гравитации?

Исследования физиков показали, что черные дыры и элементарные частицы имеют много общих черт. Все черные дыры, как и элементарные частицы, за исключением массы, заряда и спина, выглядят одинаково. И те и другие выглядят как мельчайшие сгустки материи, полностью характеризующиеся массами, зарядами и спинами. Учет эффектов квантовой гравитации (смотрите, например, статью о геонах) показывает, что черные дыры с массой меньше планковской, не образуются. Планковские черные дыры имеют чрезвычайно малое сечение взаимодействия ($\sim 10^{-66} \text{ cm}^2$). Это приводит к тому, что звезды и планеты практически полностью для них прозрачны - длина свободного пробега планковской черной дыры в веществе ядерной плотности сравнима с радиусом видимой части Вселенной. Поэтому их очень трудно обнаружить.

Планковские черные дыры должны играть важную роль в физике элементарных частиц. При вычислении собственной энергии частицы обычно учитывают вклад промежуточных состояний с произвольно большой энергией, что приводит к появлению расходимостей. Учет гравитационных взаимодействий соответствующих виртуальных частиц и появление виртуальных черных дыр в промежуточном состоянии должен привести к устранению этих расходимостей.

Виртуальные планковские черные дыры должны, согласно соотношению неопределенностей $\Delta r_g \Delta r \ll l_{pl}^2$, возникать и в вакууме в результате квантовых флуктуаций. Квантовые флуктуации гравитационного поля (мерцание геометрии пространства-времени) тем больше, чем меньше масштаб длины. В планковском масштабе (10^{-33} см) флуктуации метрики порядка единицы. Пространство-время в планковских масштабах напоминает «мыльную пену». Взаимодействие элементарных частиц с пространственно-временной «пенной» может приводить к несохранению бозонного и лептонного зарядов. Ожидаемое при этом время жизни протона составляет 10^{50} лет.

В планковских масштабах длин пустое пространство вовсе не является пустым - оно представляет собой вместилище самых бурных физических процессов. Причем эти про-

цессы есть не что иное, как гравитационный коллапс, который непрерывно и всюду совершается, но вместе с тем совершается процесс, обратный коллапсу. Коллапс при планковском масштабе длин происходит всюду и непрерывно в виде квантовой флуктуации геометрии и, по-видимому, топологии пространства. В этом смысле коллапс постоянно протекает, но вместе с тем постоянно идет обратный процесс. Образование планковских черных дыр энергетически наиболее выгодно в 3-х мерном пространстве, что скорее всего и обусловило трехмерность наблюдаемого пространства. С этой точки зрения сам факт трехмерности пространства свидетельствует о том, что в планковских масштабах длин пространство «кипит», причем «пузырьками» этой кипящей пространственной-временной «пены» являются спонтанно рождающиеся и тут же исчезающие («испаряющиеся») виртуальные планковские черные дыры с плотностью 10 г/см^3 . В рамках описанной картины трехмерность пространства естественным образом объясняется существованием вакуума, состоящего из виртуальных планковских черных дыр.

Может возникнуть вопрос, как теперь можно интерпретировать на планковском уровне операцию дифференцирования? Ведь эта операция, предполагает, что понятия пространства и длины не перестают существовать. На этот вопрос отвечает уравнение (5.21)

$$dS^2 = \left(1 - \frac{l_{pl}^2}{r^2}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{l_{pl}^2}{r^2}} - r^2(d\Omega^2 + \sin^2 \Omega d\phi^2)$$

Из него следует, что когда мы доходим до планковских масштабов, на планковском уровне образуется пространственно-временной разрыв, дыра в пространстве, то есть операция дифференцирования теряет смысл (в уравнении (5.21) появляется деление на ноль). Но, казалось бы, сингулярность в метрике Шварцшильда нефизическая. Она устраняется выбором соответствующей (падающей) системы отсчета. Истинная, физическая сингулярность находится только в центре черной дыры. Действительно, если черная дыра большая, то от координатной сингулярности можно избавиться, перейдя в падающую систему отсчета. Падающий наблюдатель даже не заметит, как и когда он пересечет горизонт событий. Но для планковской черной дыры ситуация совсем другая. Чтобы пересечь планковский горизонт событий, падающая система отсчета вместе с наблюдателем должна уменьшиться до планковских размеров. Как только это произойдет, падающая система отсчета сама превратиться в планковскую черную дыру. Поэтому истинную сингулярность, находящуюся под горизонтом событий планковской черной дыры, некому и нечем верифицировать (эмпирически подтвердить). А раз так, то мы не имеем права о ней говорить, она не наблюдаема и для удаленного наблюдателя и для падающего. Таким образом, метрическая нефизическая сингулярность на планковском уровне одновременно оказывается истинной физической сингулярностью. Другого нам просто не дано.

Материалы 2-го семинара международной конференции по квантовой теории гравитации (г. Москва) перекликаются с вышеизложенным: «Важной проблемой, обсуждавшейся в докладе, была гипотеза о существовании стабильных элементарных черных дыр планковской массы 10^{-5} г . Этот вопрос стал острым после доказательства С. Хокингом утверждения о том, что при выполнении СРТ-теоремы из состояния, первоначально не содержащем планковских черных дыр, не может возникнуть конечное состояние, содержащее устойчивые планковские черные дыры. В докладе было обращено внимание на то, что эта теорема не запрещает возможности существования стабильных планковских черных дыр в мире, начальные условия в котором таковы, что планковские черные дыры присутствуют изначально. Это замечание особенно важно, поскольку остается открытой заманчивая возможность построения сценария Вселенной, основную роль в котором играет составляющая стабильных планковских черных дыр. Если стабильные планковские черные дыры существуют, то они играют роль элементарных частиц предельно большой массы, определяя масштаб и верхнюю границу спектра масс элементар-

ных частиц. Однако даже если элементарные планковские черные дыры нестабильны, они тем не менее должны участвовать в промежуточных состояниях в квантовых процессах в качестве виртуальных (короткоживущих) образований.

Вопрос о виртуальных черных дырах тесным образом связан с вопросом о структуре вакуума в квантовой гравитации. Согласно современным представлениям, физический вакуум, т. е. состояние, в котором отсутствуют реальные частицы, представляет собой сложное образование, порожденное квантовыми флуктуациями всех существующих в природе физических полей. Из-за того, что гравитационная постоянная является размерной величиной, квантовая гравитация отличается от других взаимодействий тем, что амплитуда квантовых флуктуаций оказывается тем больше, чем меньшую область она занимает. Как отмечал еще американский теоретик Дж. Уиллер, это приводит, в частности, к тому, что в масштабах 10^{-33} см флуктуации метрики сравнимы с единицей, и возможны виртуальные изменения топологии и возникновение виртуальных черных дыр. Иными словами, пространство-время в малом напоминает скорее мильную пену, чем гладь воды. Теорию пенной структуры в последнее время интенсивно развивает один из ведущих английских теоретиков, профессор Кембриджского университета С. Хокинг. В его докладе, представленном на семинаре, обсуждался вопрос, каким образом подобная пенная структура может влиять на физические процессы и, в частности, на распространение физических частиц. Принципиально новым при этом является потеря квантовой когерентности в результате взаимодействия частицы с виртуальной черной дырой. Как следствие, любая квантовая система должна описываться матрицей плотности, а не вектором состояния. Соответствующим образом модифицируется система аксиом квантовой теории поля и математический аппарат для описания таких процессов, как распады и рассеяние элементарных частиц. В результате появляется возможность нарушения многих законов сохранения, в том числе законов сохранения барионного и лептонного зарядов. Характерное время жизни протона относительно таких квантовогравитационных процессов оказывается равным 10^{50} лет, что почти на 20 порядков больше характерного времени, обсуждаемого в настоящее время в рамках теории "Великого объединения". Несмотря на то, что время жизни частиц в результате таких распадов чрезвычайно велико и неизмеримо в настоящее время, сама принципиальная возможность несохранения барионного и лептонного чисел в гравитационных взаимодействиях представляет несомненный интерес и может оказаться крайне существенной для космологии.[62]» Даже если при выполнении СРТ-теоремы, согласно Хокингу, такие планковские черные дыры нестабильны и, в конечном счете «испаряются», все равно это не позволяет элементарным «снарядам» - энергичным фотонам и другим элементарным частицам проникнуть за планковский масштаб. При достижении энергии взаимодействия 10^{19} Гэв вся материя (любые элементарные частицы) превращается в планковские черные дыры, которые, возможно, затем и «испаряются». Таким образом, расстояния, меньшие 10^{-33} см, принципиально недостижимы, так как их нечем верифицировать (т.е. измерить опытным путем).

5.5 Экспериментальное подтверждение теории

Две группы астрономов - одна из Алабамского университета в г. Хантсвилл, другая - из астрофизической обсерватории Арчетри (Италия) - исследовали изображения удаленных звезд и галактик. Изображения объектов оказались совершенно резкими. По мнению ученых, это противоречит гипотезе о квантовой природе пространства-времени в микромасштабах, поскольку в этом случае изображения удаленных объектов были бы нечеткими, «смазанными». Поставлены под сомнение две основополагающие теории со-

временной физики - квантовая теория, описывающая поведение материи на микроуровне, и общая теория относительности Эйнштейна, которая описывает структуру пространства, времени и гравитации в макромасштабах.

Результаты работы поставили под сомнение существование двух физических величин - так называемой планковской длины и планковского времени. Согласно теории, это своеобразные кванты - наименьшие измеримые величины длины и времени (планковская длина равна расстоянию, которое пройдет свет в вакууме за промежуток времени, равный планковскому времени - $5 \cdot 10^{-44}$ секунды).

«Теоретики весьма обеспокоены этими данными, - заявил Ричард Лью из Алабамского университета. - Возможно, мы что-то недопонимаем в физике». «Ничего подобного предсказанным ранее эффектам квантования времени и пространства мы не обнаружили», - соглашается с г-ном Лью астроном Роберто Рагаццони из обсерватории Арчетри. Он и его коллеги провели те же наблюдения, что и группа Лью, но использовали для этого другую методику. «Данные наблюдений весьма интересны и, возможно, будут иметь исключительно важные последствия, - заявил теоретик Джон из университета Ноттингэма (Великобритания). - Любая теория квантовой гравитации должна будет в дальнейшем их учитывать». Тем не менее, он сказал, что наши представления о квантовой гравитации еще не позволяют с уверенностью предсказывать эффекты.

Возможно, нечетких изображений удаленных объектов и вовсе не должно быть. Рагаццони и Лью ранее предположили, что измерить планковское время можно путем анализа изображений удаленных объектов во Вселенной. Поток электромагнитного излучения (фотонов) от такого точечного объекта, прежде чем добраться до наблюдателя, должен многократно «преодолеть» масштаб планковского времени, в результате чего его скорость будет слегка меняться, так что изображение объекта окажется искаженным. И чем дальше расположен объект, тем больше таких искажений, обусловленных «ячеистой» природой пространства и времени, накопится к тому моменту, когда его свет достигнет земного наблюдателя. Этот эффект и приведет к «размазыванию» изображения объекта.

Группа Рагаццони оценила степень ожидаемого искажения изображений удаленных объектов в зависимости от расстояния до них. Но при сравнении изображений взорвавшейся звезды и галактики, расположенных от нас на расстояниях 42 млн. и 5 млрд. световых лет соответственно, выяснилось, что «размазывания» их изображений не удастся обнаружить вообще.

О полной дискредитации теории квантования пространства и времени говорить еще, конечно, рано. У теоретиков в запасе есть, по меньшей мере, два варианта объяснения странного факта. Первый вариант исходит из того, что на микроуровне - в планковском масштабе - пространство и время варьируются одновременно друг с другом, так что скорость распространения фотонов при этом не меняется. Второе объяснение предполагает, что неоднородности скорости определяются не планковской длиной, а ее квадратом (порядка 10^{-66} метра), так что эти неоднородности становятся неизмеримо малыми [63]. Действительно, из общей теории относительности следует, что, если мы обозначим через c скорость света в начале координат, то скорость света c' в некотором месте с гравитационным потенциалом Φ будет равна

$$c' = c(1 + 2\Phi/c^2) = c(1 - r_g/r)$$

Но величина r_g/r в планковском масштабе, как мы выяснили выше, имеет вид l_{pl}^2/r^2 , то есть неоднородность скорости света c' и в самом деле определяются квадратом планковской длины l_{pl}^2 и имеет вид

$$c' = c(1 - l_{pl}^2/r^2)$$

Искажение величины скорости света c' происходит вследствие прохождения луча света через планковский вакуум, заполненный виртуальными планковскими черными дыра-

ми, и оно, естественно, зависит от плотности планковского вакуума, т.е. от того, сколько виртуальных планковских черных дыр приходится на единицу объема. Как было отмечено в [64]: «Об атомарности времени говорили и спорили еще мудрецы древности. Что же касается атомарности пространства, то этот вопрос, может быть, и не имеет столь давней истории, но зато его живо обсуждали в последние десятилетия в связи с рядом острых проблем физики. В разные годы выдвигали гипотезы о некоторой минимальной или фундаментальной длине. До этой длины дробление пространственных масштабов, отрезков длины, может идти как обычно, но на этой длине возникает нечто существенно новое. Либо деление далее вообще становится невозможным, либо, начиная с этой длины и далее к еще более мелким отрезкам, свойства пространства каким-то образом резко меняются.»

Начиная с 30-х годов, со времени появления гипотезы Д.Д. Иваненко и В.А. Амбарцумяна [65] о существовании своеобразного кванта длины, надуманная идея дискретного характера пространства-времени в микромире утвердилась в прошедшие десятилетия как весьма вероятная.

Однако из нашей статьи не следует, что пространство-время на планковском уровне имеет «ячеистую» природу и потому неоднородно. Пространство-время ограничено снизу планковской длиной, на этом уровне его невозможно верифицировать (определить опытным путем), так как любые инструменты для проведения такой верификации в планковских масштабах коллапсируют и становятся планковскими черными дырами. На самом деле квантуется, как было показано выше, не пространство-время, а кривизна пространства-времени. Это естественно, так как энергия-импульс связаны не с пространством-временем, а с кривизной пространства-времени (смотри уравнение (5.10)) и потому квантование энергии-импульса влечет за собой и квантование кривизны пространства-времени. Квантами кривизны пространства-времени на планковском уровне являются планковские черные дыры. Таким образом, дальнейшее дробление пространства на планковском уровне становится невозможным в связи с тем, что резко меняются свойства пространства-времени - в этом масштабе появляются планковские черные дыры.

С другой стороны, соотношения неопределенностей (5.18) и (5.19) свидетельствуют, что на планковском уровне существует вакуум, состоящий из виртуальных планковских черных дыр. Именно он создает отрицательное давление и является, по нашему мнению, источником загадочной темной энергии. Плотность энергии вакуума не изменяется при расширении Вселенной, а это и означает отрицательное давление вакуума. Астрономические наблюдения свидетельствуют о том, что сегодня (и в недалеком прошлом) Вселенная расширяется с ускорением: темп расширения растет со временем. В этом смысле можно говорить об антигравитации: обычное гравитационное притяжение замедляло бы разбегание галактик, а в нашей Вселенной, получается, всё наоборот.

Глава 6

Наука и иррационализм

6.1 О непрерывном логическом мышлении или об интуиции

Основой логики являются понятия «да» или «нет», или принцип исключенного третьего, как якобы реально существующие и многократно проявляющиеся при ступенчатом анализе любого сложного вопроса. При этом число ступеней в анализе конечно и чаще всего весьма мало, даже когда исследуются сложные проблемы. Поиск сводится к выбору одного из двух, где два - число возможных ступеней, тогда как наиболее правильное решение чаще всего лежит между ними. Т.е. логика базируется на дискретном фундаменте вместо непрерывного, причем за основу принята самая примитивная функция, имеющая всего два значения. Поэтому и мышление на базе этой логики является самым примитивным из всех возможных.

Дискретность логики и принцип счета принуждает полагать число признаков предмета конечным и давать название каждому из них. Отсюда появляется весьма сомнительная возможность отчленить одни признаки от других или то, что мы называем абстрагированием. Движение по ступеням абстрагирования к все более общим признакам считается единственно верным путем познания истины, между тем, как это движение является дорогой, уводящей в обратную сторону.

Создавая абстракции, человек отвлекается от конкретных вещей, превращая их в понятия, живущие в мышлении своей особенной жизнью. Но движение самих абстракций, т. е. операции с ними, не зеркально повторяют то, что происходит в реальном мире.

Формально-логические законы: тождества, противоречия, исключенного третьего и достаточного основания, которыми мы неосознанно пользуемся в материальной действительности, не прирожденны мышлению, а имеют объективную природу. Однако для полного понимания предмета, взятого в развитии, необходимо подняться на одну ступень выше. Здесь недостаточно приемов и методов традиционной логики. Когда мысль обращена не к фиксации того или иного состояния, а направлена на осмысление движения, формальная логика не помогает.

В процессе развития в сознании человека вырабатываются определенные способы оперирования знаниями, что обуславливается характером чувственного отражения, а также связью между чувственными каналами. Информация, поступающая по какому-то одному из каналов, позволяет человеку фиксировать в определенный момент либо наличие объекта, вызывающего ощущение, либо его отсутствие. Но психическая деятельность базируется не на одном, а на нескольких каналах (зрение, слух, осязание и т.п.). А значит, что непрерывно поступает и анализируется различная информация. При этом возможны несовпадение информации, поступающей от одного источника, но по разным каналам.

Например, человек сначала видит отдаленную вспышку выстрела или молнии, а лишь затем слышит выстрел или гром. В сознании же происходит соединение этой информации в единый образ, который сопоставляется со своим объективным аналогом.

Уже этот элементарный пример раскрывает в зародыше механизм иного видения мира. Каждый из органов чувств, взятый сам по себе, изолированно, обеспечивает лишь двоячную связь с действительностью: ощущение либо есть, либо его нет. Но уже два разных канала способны создать иную схему соединения информации, фиксируя одновременно «да» и «нет». Сюда подключается также представление, память, воображение и т.п.

Мышление неотделимо от языка и развивается на его основе, но оно не исчерпывается упорядоченными высказываниями. Эти высказывания представляют собой линейный ряд результатов мыслительных операций. Само же мышление имеет не простую линейную, а сложную динамическую структуру. Мысли способны раздваиваться, взаимоотражаться, проецироваться на действительность, накладываться одна на другую, соединяться в целостное знание и т. д. По нашему мнению, это можно выразить одной фразой: мысли способны интерферировать. Действительно, если написано или сказано: «и да и нет», то, какой бы смысл не имело утверждение и отрицание, в самом высказывании сначала идет (стоит) «да» и только вслед за ним «нет» (в этом и заключается линейность высказывания: слова в предложении следуют друг за другом). В фокусе же сознания могут находиться сразу две или больше мыслей: утверждение и отрицание выступают не последовательно (сначала одно, потом другое), а одновременно, в единстве, способствуя познанию действительности [4].

«Раз разум достиг того, что положил себя как тезис, то этот тезис, эта мысль, противопоставляясь сама себе, раздваивается на две мысли, противоречащие одна другой, - на положительное и отрицательное, на «да» и «нет». Борьба этих двух заключенных в антитезисе антагонистических элементов образует диалектическое движение. «Да» превращается в «нет», «нет» превращается в «да», «да» становится и «да» и «нет», «нет» становится одновременно и «нет» и «да». Таким путем противоположности взаимно уравновешиваются, нейтрализуют и парализуют друг друга. Слияние этих двух мыслей, противоречащих одна другой образует новую мысль - их синтез. Эта новая мысль опять раздваивается на две противоречащие друг другу мысли, которые, в свою очередь, сливаются в новый синтез. Этот процесс рождения создает группу мыслей. Группа мыслей подчиняется тому же диалектическому движению, как и простая категория, и имеет в качестве своего антитезиса другую, противоречащую ей группу. Из этих двух групп мыслей рождается новая группа мыслей - их синтез» [66].

В связи с вышеизложенным можно вспомнить о виртуальных частицах, окружающих всякую реальную элементарную частицу. Виртуальность (потенциальная возможность) и есть состояние одновременного «и да и нет». Состояние «и да и нет» относится и к понятию неопределенности в соотношении Гейзенберга, к некоммутативности операторов физических величин в квантовой механике, к фейнмановским интегралам по траекториям, а также к физическому вакууму. В квантовой механике вероятность процесса определяется из квантово-механического принципа суперпозиции и правила сложения амплитуд вероятностей ψ_1 и ψ_2 , а именно

$$W = |\psi_1 + \psi_2|^2 = \psi_1\psi_1^* + \psi_2\psi_2^* + (\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*)$$

где W - вероятность процесса, ψ_1 и ψ_2 - амплитуды вероятностей, ψ_1^* и ψ_2^* - комплексно сопряженные амплитуды вероятностей. Если положить, что ψ_1 - амплитуда вероятностей положительного процесса («да»), а ψ_2 - амплитуда вероятностей отрицательного процесса («нет»), то слагаемое в скобках в этом соотношении является интерференционным членом, тем самым «и да и нет», о котором говорилось выше. Именно это слагаемое является сутью квантовой механики. Можно предположить, что математический аппарат квантовой

механики является аппаратом новой логики и его можно использовать при исследовании процесса мышления.

Итак, что же из себя представляет непрерывное логическое мышление, какой третий элемент лежит между тезисом и антитезисом, между «да» и «нет», недоступный обычному рассудочному мышлению? Видимо, таким мышлением является мышление с помощью интуиции. Интуитивное мышление представляет собой своеобразный тип мышления, когда отдельные звенья процесса реализуются более или менее бессознательно, а предельно ясно осознается именно итог мысли - истина.

Об интуитивном мышлении высказывались многие выдающиеся исследователи. В частности математик Пуанкаре, выступая против логицизма с его принципом исключенного третьего («да» или «нет») выдвинул следующие принципиальные возражения: 1) Новые результаты в математике нельзя получить только при помощи логики - нужна еще и интуиция (и «да» и «нет»); 2) доказательство уже полученных математических истин невозможно без обращения к интуиции; 3) символика логицистов является путями для математического творчества. И как общий итог этих возражений - невозможность сведения математики к логике и необходимость наличия интуиции в математическом познании. Логика, если она не оплодотворена интуицией, остается бесплодной. Только интуиция, постижение истины не путем доказательства, а непосредственным интеллектуальным усмотрением ее содержания, позволяет сделать скачок к принципиально новому знанию.

Пуанкаре отмечает, что интуиция не может дать нам ни строгости, ни даже достоверности. Поэтому неизбежен логический элемент в математике. Логика и интуиция имеют каждая свою необходимую роль. Обе они неизбежны. Логика есть орудие доказательства, интуиция - орудие изобретательства. Разум - слуга двух господ: логика доказывает, а интуиция творит [68].

Глава медитационного центра Оша индеец Багван Шри Раджниш в своих беседах подчеркивал следующее. Все научное развитие пришло из греческого ума, аристотелианского ума, а весь мистицизм пришел из Индии. В мире существует лишь два типа ума: греческий и индийский.

Если у вас в основном греческий (т.е. чисто логический) ум, невозможно понять Индию вообще, она выглядит абсурдной. Что бы они ни сказали, выглядит бездоказательно, какие бы утверждения они не делали, они выглядят бессмысленными. Аристотель будет абсолютным иностранцем в Индии, потому что верит в определения, ясные разграничения, различия. Он верит в закон противоречия, что две противоположные вещи не могут быть вместе. «А» не может быть одновременно «не А», это невозможно; человек не может быть одновременно живым и мертвым, это невозможно.

Индийцы верят в противоречия. Они говорят, что человек и жив и мертв одновременно, так как жизнь и смерть - не две различные вещи, вы их не сможете разделять. Греческий ум - математичен, индийский ум - мистичен [68]. Из приведенного высказывания Багвана Шри Раджниша ясно, что, говоря о греческом уме, он имеет в виду ум, руководствующийся математической, аристотелианской логикой с его принципом исключенного третьего. Говоря же об индийском, мистическом уме, он имеет в виду интуитивный, подсознательный ум, для которого характерна связка «и да и нет» одновременно.

Здесь необходимо выделить постулат веры. Почему в «Новом Завете» особо подчеркивается необходимость веры при наступлении событий, невозможных с точки зрения «здравого смысла», с точки зрения обычной человеческой логики (исцеление, воскрешение из мертвых, хождение по воде, преображение, вознесение и др.)? Почему Иисус постоянно настаивал на этом постулате? Видимо потому что в мистическом, интуитивном «мире», на подсознательном уровне действует не обычная логика, но только вера. И тогда вера действительно творит чудеса. С этой точки зрения оправданным выглядит известный тезис: «Верую, ибо абсурдно». Абсурдно, но только с точки зрения обычной, аристотелиан-

ской логики. В книге «Математика. Утрата определенности» М. Клайна [69] отмечается, что греки завещали потомкам дедуктивную математику. Индийцы и арабы, подхватившие эстафету развития математики, нарушили концепцию математики, сложившуюся у греков классического периода. Индийцы с полным безразличием относились к математической строгости. Их деятельность привела к расширению той части математики, которая опиралась на эмпирическую и интуитивную основу, дедуктивная же сторона геометрии практически игнорировалась. Автор задает вопрос, как могло случиться, что эти народы (индийцы и арабы) подошли к развитию математики совершенно иначе, чем греки классического периода? И отвечает, что подобное предрасположение может свидетельствовать об ином складе ума и может быть обусловлено какими-то особенностями индийской и арабской культур. Европейцы были гораздо сильнее, чем арабы и индийцы, обеспокоены логическими проблемами в построении математики.

Как видим, точка зрения М. Клайна совпадает с высказываниями Багвана Шри Раджниша. Резюмируя, можно сказать, что западная цивилизация предпочитала использовать (неосознанно) полушарие мозга, отвечающего за словесно-символические акты (левое полушарие); восточная же, в первую очередь индийская, культура предпочитала использовать полушарие мозга, отвечающее за непосредственно-чувственное, образное восприятие, работающее на уровне подсознания (правое полушарие мозга). Практика и история показали, что в материальном отношении западная цивилизация благодаря такому предпочтению оказалась в выигрыше. В духовной же сфере в выигрыше оказалась индийская культура с ее мистическим восприятием мира.

Мозг состоит из двух полушарий, левого и правого, которые перекрестно связаны с правой и левой половинами тела. Нейронные связи между полушариями проходят через мозолистое тело и комиссуры. В нейрохирургической практике известен метод лечения, в частности, тяжелых эпилептических припадков, состоящий в рассечении мозолистого тела и комиссур, что прерывает прямые связи между полушариями. После такой операции у больных наблюдается необычная картина "двух сознаний". По лаконичной формулировке американского нейропсихолога К. Прибрама, результаты исследования таких больных, а также больных с различными поражениями левого и правого полушарий, можно резюмировать следующим образом: *«У правшей левое полушарие обрабатывает информацию во многом подобно цифровой вычислительной машине, тогда как правое полушарие функционирует скорее по принципам оптических и голографических систем обработки данных»*. В частности, левое полушарие содержит генетически заданные механизмы усвоения естественного языка и, более общо, символизма, логики, «рацио»; правое, молчаливое полушарие ведает образами, целостным восприятием, интуицией. Функционирование человеческого сознания в норме постоянно обнаруживает это сочетание двух компонент, одна из которых может проявляться заметнее другой, и открытие их физиологических носителей проливает свет на природу и типологию математических интеллектов и даже школ в проблеме оснований математики. [70]

Отметим, что наша «совесть», наш «внутренний голос» живет в глубинах интуиции.

Механизм интуитивного мышления до сих пор представляет собой определенную загадку с научной точки зрения. Ниже мы раскроем этот механизм на его аналогии с квантовой механикой.

В квантовой механике измерительный процесс состоит из трех этапов:

1. Подготовительный этап, когда микрообъект «приготавливают» в некотором состоянии $\langle S|$, которое далее рассматривается как начальное состояние;
2. Рабочий этап, на котором происходит взаимодействие «приготовленного» микрообъекта с определенным анализатором, переводящим микрообъект в суперпозиционное состояние;

3. Регистрирующий этап, на котором происходит обнаружение микрообъекта в том или ином из базисных состояний, образующих суперпозицию.

В случае дифракции электронов на щели анализатором является диафрагма со щелью. Анализатор осуществляет спектральное разложение волновой функции по всем возможным состояниям. Детектором же является фотопластинка. Переход электрона из суперпозиционного состояния в состояние с определенным импульсом называется редукцией волнового пакета.

Абстрактная схема измерительного процесса может быть записана условно в следующем виде

$$\langle S | \rightarrow \sum \langle S | \beta_i \rangle \langle \beta_i | \rightarrow \langle \beta_i |$$

т.е. в результате взаимодействия с определенным анализатором β_i микрообъект, находящийся в состоянии $\langle S |$ переходит в суперпозиционное состояние $\sum \langle S | \beta_i \rangle \langle \beta_i |$. Можно сказать, что взаимодействуя с β -анализатором, микрообъект в известном смысле «переходит» сразу во все состояния β_i . Роль детектора при этом сводится к тому, чтобы «подглядеть», как именно «ведет себя» микрообъект в той суперпозиции состояний, которую создал анализатор. Детектор обнаруживает микрообъект всякий раз в каком-то одном из состояний, составляющих суперпозицию; это совершается ценой разрушения суперпозиции. Т.е. детектор превращает неразличимые альтернативы в различимые и тем самым разрушает интерференцию амплитуд переходов (тождественно - амплитуд вероятностей) [71].

Аналогичным образом, видимо, работает и наше интуитивное мышление. Только здесь в роли микрообъекта выступает решаемая нами проблема, в роли анализатора - наше подсознание, а в роли детектора - наше обычное рассудочное мышление, наш интеллект с его принципом исключенного третьего, с его «да» или «нет».

Роль анализатора выполняет одно из полушарий головного мозга, отвечающее за непосредственно-чувственное восприятие, а роль детектора - второе полушарие, ответственное за словесно-символические акты. На первом подготовительном этапе мы задаем нашей интуиции определенную задачу в состоянии $\langle S |$, которое является начальным. На втором этапе происходит взаимодействие поставленной проблемы с подсознанием (играющим роль анализатора), переводящим эту проблему в суперпозиционное состояние. Форма суперпозиционного состояния определяется начальными условиями проблемы. Например, пусть проблема имеет два базисных состояния - тезисное T , т.е. $\psi_1\psi_1^*$, и антитезисное A , т.е. $\psi_2\psi_2^*$. В этом случае после прохождения проблемы через анализатор на выходе мы получим

$$W = |\psi_1 + \psi_2|^2 = \psi_1\psi_1^* + \psi_2\psi_2^* + (\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*)$$

где сумма в скобках является интерференционным слагаемым, т.е. тем промежуточным членом «и да и нет» между тезисом «да» и антитезисом «нет», о котором мы говорили выше.

В общем случае число базисных состояний может быть произвольным, т.е. выбор может быть не один из двух, а один, например, из десяти возможных.

На третьем этапе, регистрирующем, происходит обнаружение проблемы в решенном виде в том или ином из базисных состояний, образующих суперпозицию. Суперпозиция решений разрушается с помощью нашей обычной логики с ее принципом исключенного третьего. На большее, кроме как на выявление одного из базисных состояний, рассудочное мышление не способно.

В квантовой механике для получения полной картины распределения микрообъектов после прохождения ими двух щелей необходимо набрать статистику. Аналогично и при

интуитивном мышлении для выявления полной истины необходимо одну и ту же проблему многократно пропустить через подсознание.

Интуитивное мышление благодаря анализирующей роли подсознания с неограниченным числом базисных состояний и возможностью создавать суперпозиционные связи полностью охватывает проблему и решает ее в абсолютном смысле. Но интеллект разрушает суперпозицию и может передать решение проблемы в неполном, искаженном виде. Однако до тех пор, пока разум не осознал решение проблемы, не «подглядел» его, оно находится в суперпозиционном состоянии $\sum \langle S | \beta_i \rangle \langle \beta_i |$, а не в каком-либо из состояний $\langle \beta_i |$. Необходимо подчеркнуть, что фактическое число базисных состояний $\langle \beta_i |$ зависит от уровня интеллектуального развития индивидуума. Чем выше интеллект, тем большее число базисных состояний он может задать. Следовательно, интуитивное мышление наиболее продуктивно у людей с высоким интеллектом, хотя у всех оно наличествует в одинаковой мере.

В этом, по нашему мнению, и состоит механизм работы интуитивного мышления.

Нильс Бор, основатель квантовой механики, сравнивал процесс измерения в квантовой системе с воздействием целенаправленной воли, своей или чужой, на человеческое сознание. По мнению Бора, нахождение словесного эквивалента той или иной мысли аналогично действию измерения на квантовый объект (детектирование); прибор всегда несравненно грубее объекта, подвергнутого измерению. Невозможность более тонкого вмешательства в психику, как только через психику приводит к тому, что и здесь не существует полного предопределения (принцип неопределенности Гейзенберга или же пресловутая «свобода воли» не только у человека, но и у микрообъекта). Бор полагал, что со временем квантовые законы позволят лучше понять природу мышления. Он говорил, что если мозговая деятельность, в отличие от работы машины, не подчиняется принципу определенности («да» или «нет»), то закономерности мышления могут быть сформулированы только на языке квантовой теории, когда она получит необходимое для этого развитие [72].

Чтобы научиться эффективно пользоваться интуитивным мышлением, рассмотрим следующие замеченные многими исследователями закономерности. Счастливая мысль осеняет человека, как правило, не в то время, когда он трудится над проблемой, а после того, как, не найдя решение и устав от бесплодных усилий, он временно откладывает задачу, забывает о ней. Идея рождается либо благодаря ничтожному намеку, либо же без всякого видимого толчка, свидетельствуя о подсознательной работе, совершающейся в мозгу независимо от воли и сознания. Выдающийся математик и физик Анри Пуанкаре заметил, что эти внезапные внушения не происходят иначе, как после нескольких дней волевых усилий, казавшихся совершенно бесплодными, так что весь пройденный путь, в конце концов, представлялся ложным. Но эти усилия оказываются в действительности не такими уж бесплодными, как это казалось; это они пустили в ход машину бессознательного, которая без них не стала бы двигаться и ничего не произвела. Скачок воображения лишь венчает длительные и упорные размышления над проблемой.

В процессе творческой работы, таким образом, Пуанкаре выделяет несколько этапов: после некоторого периода сознательной работы и неудачных попыток добиться результата наступает более или менее длительный перерыв, в течение которого бессознательная работа не прерывается, затем внезапно появляется решающая мысль. Наконец, последний этап - обязательная проверка результата. Процесс бессознательной работы возможен и плодотворен, если ему предшествует и за ним следует период сознательной работы. Сознательная работа особенно необходима для обработки результатов вдохновения [67].

Таким образом, сознательные попытки решить проблему дают задание подсознанию искать решение в определенном круге понятий. Подсознательное из запаса накопленных знаний и, особенно из арсенала накопленного опыта (базисных состояний), отбираются

сочетания понятий, которые могут оказаться полезными, либо уходят опять в темноту. Особенность подсознательной работы в том, что ассоциации возникают без контроля (аналогично неконтролируемому взаимодействию в квантовой механике). Поэтому возможно появление самых неожиданных сочетаний.

Академик Мигдал (физик) рекомендовал следующие этапы [73]:

1. Важно для плодотворного рабочего дня поработать хотя бы недолго накануне вечером. Вы как бы дадите задание подсознанию и утром следующего дня встанете с ясной программой действий.
2. Чтобы сдвинуться с мертвой точки при решении трудной задачи, необходимо сознательными усилиями, многократно повторяя рассуждения, довести себя до состояния, когда все аргументы «за» и «против» известны наизусть, а все выкладки проделываются без бумаги, в уме. Такая подготовка настолько облегчает работу подсознания, что очень скоро решение приходит само собой.
3. Можно искусственно регулировать соотношение между работой сознания и подсознания, между анализом («да» или «нет» - А.К.) и интуицией (и «да» и «нет» одновременно - А.К.). Чтобы увеличить удельный вес контроля, можно работать вместе с критически настроенным соавтором, а чтобы подстегнуть интуицию - с соавтором, склонным фантазировать.
4. Есть только один путь - упорными, неотступными усилиями, решением вспомогательных задач, подходами с разных сторон, отмечая все препятствия, отбрасывая посторонние мысли, довести себя до экстаза (или вдохновения?), когда сознание и подсознание смешиваются, когда сознательное мышление продолжается во сне, а подсознательное - наяву

Нетрудно заметить, что к подобным экстатическим состояниям (когда работает в основном подсознание) прибегают и различного рода знахари, шаманы и другие целители и экстрасенсы. К таким состояниям сознания прибегали и библейские пророки.

Вот как описывается это в [19]:

Из орудия мистики интуиция превращается в средство научного познания. Благодаря эвристике, мы можем с научной точки зрения заявить, что центральным моментом при решении любых сложных проблем является явление инсайта, то есть внутреннее озарение, схватывание нового понимания, «ага»-переживание, откровение.

Инсайт происходит при следующих условиях:

- Сначала в попытке получить решение происходит интенсивная умственная деятельность, поиск решения. Это может быть поиск образа для художника, мелодии для композитора, идеи для бизнесмена, решение для математика или изобретателя, выход из сложной ситуации для любого человека.
- С очевидностью проявляется невозможность получения результата посредством логического вывода или с помощью ранее известных приемов. Сложившуюся ситуацию можно охарактеризовать как беспомощность, тупик, взаимоисключающие предпосылки или бесконечное число стратегий. В таких ситуациях рационализм справляется со своими задачами лишь до определенного предела, а затем пасует.
- Внезапно и неожиданно приходит решение. Мы получаем уже готовый ответ, процесс решения невозможно проследить, он выпадает из наблюдения. Очень часто решение приходит в измененном состоянии сознания, снижающем умственную деятельность:

сон, предсон, послесон, отдохновение и расслабление. Многие великие люди утверждали, что ответы на важные вопросы приходили к ним, когда они гуляли, лежали в ванной, играли в гольф, ехали на машине, смотрели фильм, поднимались по лестнице. То есть в моменты, когда они забывали о проблеме и отвлекались.

- Решение сопровождается безотчетной уверенностью в правильности, истинности и очевидности результата, невероятная простота и даже красота решения, ярко выраженное чувство удовлетворения, неожиданное облегчение.

Напоминает квантовый цикл, не правда ли?

А вот как описывается сам квантовый цикл:

- Выбери цель, разработай план и начинай его реализовывать
- Действуй, используй любые линейные (логические) инструменты. То есть хоть какой-то труд необходим (самодисциплина, тщательный расчет, поиск информации, обучение, логическое мышление, работа, общение).
- Вход в нелинейное (иррациональное) состояние. Доверь решение проблемы бессознательному, Вселенной, Богу (как говорят, шесть дней работай, а седьмой посвяти Богу), расслабься, забудь о проблеме.
- Скачок на новую орбиту. При правильном исполнении предыдущего пункта обнаружатся новые обстоятельства, произойдут новые встречи, придет озарение, новое понимание ситуации. Это поможет решить проблему и совершить верные поступки

Аналогичную методику предлагает и автор практического руководства в сфере бизнеса Дж. Карбо [74]. Следующие действия являются ключом, включающим подсознание: 1. Напиши, 2. Попробуй, 3. Спрашивай, 4. Дай поручение.

1. Напиши. Напиши, в чем состоит проблема. Много проблем существует потому, что не были четко поставлены и сформулированы.
2. Попробуй. Попробуй сам решить проблему. Раздели карточку на две половины. На одной опиши все аргументы в пользу данного решения, на другой - против данного решения. Отдай этому столько времени, чтобы убедиться, что не можешь сам решить проблему. Тогда обратись к третьей ступени.
3. Спрашивай. Попроси свое подсознание решить проблему. Это трудный этап для многих. Трудно поверить, что такое серьезное дело можно разрешить просьбой к части твоего ума.
4. Дай поручение. Думай о своем подсознании как о некоей особе, твоём работнике, твоём ассистенте. Просто скажи ему: «Хочу иметь 10 проблем, решенных завтра утром или к четырем часам» или что-то в этом роде. Потом забудь о деле. Полностью твое подсознание не возьмется за работу, которой ты занимаешься сознательно. Если ты просишь твое подсознание решить проблему, забудь о ней. Подсознание решит ее само. Подсознание - это реальная суперсила. Ответ просто придет к тебе в форме, готовой к применению. Только точно соблюдай пункты 1, 2, 3, 4. Почувствуется это как правильное решение. Появится это как сильное желание сразу взяться за работу. Может получиться так, что, особенно в начале, появится нечто вроде ментальной блокады. Вы не будете в состоянии получить ответ. Иногда он может прийти «перелетным». Собственно, ощущение правоты или большого желания заняться проблемой обозначает правильный ответ подсознания. Как только узнаете ответ, не откладывайте. Иначе могут возникнуть проблемы с очередным пуском подсознания.

Мы видим, что все эти рекомендации в общих чертах совпадают. Каким же образом можно объяснить работу подсознания с точки зрения квантовой теории?

На первом этапе «Напиши» мы готовим проблему в начальном $\langle S|$ -состоянии. На втором этапе «Попробуй» мы задаем число базисных состояний $|\beta_i\rangle$ для анализатора (подсознания) в форме "тезис -антитезис". На третьем этапе «Спрашивай» мы посылаем проблему в подсознание и включаем его в работу, создавая суперпозицию $\sum \langle S|\beta_i\rangle \langle \beta_i|$. Четвертый этап «Дай поручение» предохраняет интеллект от «подглядывания» за процессом работы анализатора и разрушения суперпозиции, т. е. предохраняет мышление от «редукции состояния», когда мысль обнаруживается в том или ином из базисных состояний, а также дает время для многократного прохождения проблемы через анализатор и набора статистики. Кто знаком с квантовой механикой, без труда поймет описанный механизм. В итоге, через определенное время мы получим ответ в форме, готовой к применению. Обычно это воспринимается как «озарение».

Нетрудно понять, что эта методика применима для решения любых проблем: от практических до научных.

Отмечу, что ученые и вообще люди творческие часто неосознанно отключают свое логическое мышление для того, чтобы дать возможность поработать интуиции. Чаще всего таким способом отключения логического мышления является музицирование. Альберт Эйнштейн играл на скрипке, Макс Планк на фортепьяно, Ричард Фейнман барабанил на банджо и т.п. В биографиях знаменитых ученых много подобных примеров. Во время таких отключений сознания, когда отсутствует контроль над процессом мышления, и происходят «озарения». В соотношении

$$W = |\psi_1 + \psi_2|^2 = \psi_1\psi_1^* + \psi_2\psi_2^* + (\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*)$$

отражающем вероятность W любого процесса первое слагаемое есть вероятность положительного решения проблемы (тезис или «да»). Его основой является амплитуда вероятности ψ_1 и комплексно-сопряженная ей амплитуда вероятности ψ_1^* . Второе слагаемое есть вероятность отрицательного решения проблемы («нет» или антитезис). Его основой является амплитуда вероятности ψ_2 и комплексно-сопряженная ей амплитуда вероятности ψ_2^* . Сумма в скобках является интерференционным членом, т. е. тем самым «и да и нет», о котором мы говорили выше. Эта величина есть то, что в диалектике мы называем единством противоположностей и которое, собственно говоря, обуславливает в материальной действительности движение и развитие. Это соотношение должно быть основным соотношением новой логики.

Действительно, квантовая механика показала, что основными закономерностями в природе являются закономерности не динамического, а статистического типа и вероятностная форма причинности есть основная форма, а классический детерминизм (с его характерным - или «да» или «нет») представляет собой лишь ее предельный, вырожденный случай. Поэтому обычная логика с ее принципом исключенного третьего здесь не подходит и только указанное выше соотношение соответствует диалектической логике.

Суть этой логики заключается в том, что в определенных случаях необходимо складывать не сами вероятности событий, а амплитуды этих вероятностей; последнее обстоятельство приводит к специфическому эффекту интерференции амплитуд вероятностей. Таким образом, динамические законы с их однозначными предсказаниями являются частным (вырожденным) случаем вероятностных законов.

Продемонстрировав фундаментальность явления интерференции, квантовая механика стимулирует интерес к исследованию этого явления в различных областях, в частности, на пути исследования интерференции явлений, как в области микроявлений, так и в области макроявлений. Мы же применили этот подход к области мышления.

Для нас вполне привычна картина сложения (суммирования, накопления) различных

явлений, что можно в каком-то смысле сопоставить со сложением вероятностей. Квантовая механика дает понять, что такая картина есть в действительности результат «усреднения», огрубления более тонкой картины, когда «складываются» не сами явления, а нечто иное (то, что на языке квантовой механики есть амплитуда вероятности или «волновая функция»), - и в итоге возникает эффект интерференции явлений.

Классическая физика (и в целом классическое мышление, формально-логическое по существу) по самому стилю своей философии (однозначные предсказания, подход к любому объекту как «комбинации» определенных деталей и к явлению как последовательности элементарных событий и т.п.) тяготеет к метафизике. В этом смысле эвристическую роль и значение квантовой механики в раскрытии истинной природы материальной действительности в самом широком смысле этого слова трудно переоценить.

Ущербность привычной логики обнаруживается, например, в теории множеств. Действительно, обозначим все существующие множества бесконечным рядом: A, B, C и т.д. Всю эту совокупность множеств обозначим буквой M . Но ведь M отсутствовало в нашем первоначальном ряде A, B, C, \dots , хотя этот ряд по построению должен содержать все множества. Если же мы с самого начала включим элемент M , т.е. получим ряд M, A, B, C, \dots , то придется обозначить его уже другой буквой, например, M' и опять обнаружим, что в начале M' в нашей совокупности отсутствовало. Если и его включить, то тогда ряд в целом надо назвать M'' и т.д. и т.п. Получается ситуация, похожая на парадокс Зенона о механическом движении: стрела! Стрела и находится и не находится в каждой данной точке пути. Вот и «множество всех множеств» и существует в каждый данный момент и не существует. И «да» и «нет». Мы получили очередной виртуальный объект - множество всех множеств. Привычная логика в приложении к бесконечному, непрерывному не годится.

Суть в том, что в формальной логике главное - неизменность рассматриваемых понятий. Но «множество всех множеств» - понятие, ускользающее из рук. То же и в квантовой механике. В этой теории состояние изучаемого объекта «самого по себе» отличается от того, что мы получаем при измерении. Точнее говоря, в момент измерения происходит некое изменение в объекте. Например, обычно частица описывается в квантовой механике как смесь разных состояний. Но это только теоретически, а при измерении мы каждый раз получали бы что-то определенное. Это значит, что надо рассматривать не частицы отдельно и наблюдателя отдельно, а смотреть на них как на неразрывную систему. И в теории множеств мы не можем вывести из рассмотрения рассуждающего математика - иначе столкнемся с парадоксом.

Вернемся к нашему ряду множеств A, B, C, \dots . Можно множество всех этих элементов M включить в ряд M, A, B, C, \dots и одновременно считать, что и весь ряд тоже M . Ведь в бесконечности часть не обязательно меньше целого, так что этот прием вполне допустим: M у нас ряд в целом и один из элементов этого ряда. Так что подобное определение вполне законно. Множество такого типа нельзя называть правильным. Вот определение правильного множества: это множество, которое не содержит самое себя в качестве своего элемента. Но это понятие таит в себе один из жесточайших парадоксов науки вообще. Это так называемый парадокс Рассела-Цермело. Он состоит в невинном вопросе: существует ли правильное множество всех правильных множеств? Ответить на него принципиально невозможно. В самом деле, пусть какое-то множество T объединяет все правильные множества. Остается понять, будет ли само это множество правильным или нет. Если оно правильное, то с самого начала было в полном списке наших правильных множеств. Тогда оно содержит себя в качестве своего элемента, значит оно неправильное. Если оно неправильное, то в списке правильных множеств его нет и быть не может. Тогда множество T не содержит себя в качестве элемента и, следовательно, оно правильное. Этот страшный удар по формальной логике был нанесен в начале XX века. Но мы знаем, что определя-

ющим понятием в изучении природы является движение. Надо учесть его, получить из самого хода рассуждения. Мы это и делали, когда пытались построить «множество всех множеств». При этом все время обнаруживалось, что нам не хватает все новых членов и нам приходилось образовывать для полноты все новые и новые множества, хотя они и не давали нам нового качества. Это очень похоже на простое поступательное движение.

При попытке же построения правильного множества всех правильных множеств мы вперед продвинуться не могли и как бы топтались на месте: то включали в множество всех правильных множеств, то исключали из него само это множество всех правильных множеств. И вот так, колеблясь между этими двумя возможностями и не имея возможности остановиться ни на одном из них, мы получили аналог второго всеобщего типа движения: колебательного [75].

Уже на этих нескольких примерах из теории множеств мы видим, что формальная логика, основанная на дискретном подходе, на «да» или «нет», неприменима к реальному миру и требует включения в свою структуру элементов непрерывного, виртуального, интерференционного, элементов и «да» и «нет» одновременно.

Остановимся несколько подробнее на проблеме движения. С философской точки зрения движение в широком смысле этого слова охватывает все происходящие во вселенной изменения и процессы, начиная от простого перемещения и кончая мышлением. Мир - это движущаяся материя. Материя и движение неотделимы друг от друга. Движение есть единство непрерывности и прерывности. Движение есть противоречие, есть единство противоречий.

Противоречивый характер движения, заключающийся в неразрывном единстве двух противоположных моментов - изменчивости и устойчивости, движения и покоя, вызывал споры о сущности движения, пространства и времени еще среди ученых древнего мира.

Анализируя диалектическую природу движения, вскрытую в 5-ом веке до н. э. древнегреческим философом Зеноном, немецкий ученый Г. Гегель в 1-ой четверти XIX века писал: *«Когда мы вообще рассуждаем о движении, то мы говорим: тело находится в одном месте и затем переходит в другое место. В то время, как оно движется, оно не находится больше в первом месте, но не находится также и во втором. Двигаться же означает быть в этом месте и в то же время не быть в нем; это непрерывность пространства и времени и она-то именно и делает возможным движение»* [76].

Таким образом, в движении мы также обнаруживаем не только моменты устойчивости - «да» или «нет», но и моменты изменчивости - и «да» и «нет» одновременно. С помощью интерференции альтернатив «да» и «нет» решаются проблемы движения и развития.

Для старого, классического метода характерно было простое накопление, суммирование данных, свойств, понятий. Квантовая механика выдвигает на первый план отношения качественно иного типа - отношения дополнительности и отношения интерференции, причем она выводит эти отношения с физического уровня на общефилософский [77].

Например, в соотношении неопределенностей Гейзенберга между дополняющими друг друга величинами: импульсом и координатой интерференционный член проявляет себя в наличии так называемых нулевых колебаний вакуума. В другом же случае, в мышлении, он проявляется при взаимодействии двух дополняющих друг друга полушарий головного мозга: правого, отвечающего за чувственно-эмоциональные образы и левого, отвечающего за абстрактно-отвлеченные образы. Следствием же интерференционной взаимосвязи между ними, видимо, является наличие такого же «нулевого уровня» колебаний мысли (неуничтожимый альфа - ритм), то есть невозможности состояния, при котором не было бы мыслей - реальных или виртуальных (в подсознании). Наши сновидения, видимо, также являются следствием этого процесса.

Аналогия между мышлением и квантовой механикой проявляется и в другом. Соглас-

но одному из принципов психонервной деятельности, в мозгу существует определенная локализация психических функций, однако эта локализация не является абсолютной. Более того, самые сложные, связанные с мыслительной деятельностью психические функции трудно жестко локализовать. Это явление аналогично такой же делокализации, неопределенности положения электрона в атоме. И в первом и во втором случаях мы можем говорить о вероятности местонахождения объекта (мысли) в той или иной зоне.

Относительный характер локализации психических функций позволяет понять, почему возбуждение иррадирует, разливается по коре головного мозга с последующей концентрацией в определенных полях коры и торможением во всех остальных. Вполне целесообразно и доминирование наиболее сильного очага возбуждения, который усиливается за счет временного ослабления других: психологически человек сосредотачивает свое внимание на каком-нибудь одном, наиболее важном для него в данный момент времени объекте, в то время как остальные, если и отображаются, то подсознательно, создавая общий фон. Такова сущность психофизиологической проблемы [77].

Аналогом описанного явления в квантовой механике является неопределенность, «разлитость» положения микрообъекта в атоме. При попытке же определить его траекторию мы можем сделать это только с той или иной долей вероятности с помощью такой квантово-механической процедуры, как «редукция состояния», своеобразной концентрацией, сосредоточением в той или иной точке пространства.

В квантовой механике микрообъекты разбиваются на две группы - бозоны и фермионы. Этот фундаментальный факт связан с существованием двух разных правил интерференции амплитуд. При этом бозоны имеют тенденцию плотнее заселять одно и то же состояние, а фермионы заселяют состояние только поодиночке.

В мышлении это явление видимо имеет место при так называемом «мозговом штурме» какой-то проблемы, когда несколько интеллектов сливаются в один (описываются общей волновой функцией). Чтобы взаимодействовать в состоянии «бозонности», участники «штурма» должны знать свой соционический тип личности [78]. Индуцированное рождение идей происходит в группе, участники которой являются членами одной квадраты. В силу своей бозонности мысли и идеи как бы «вытягивают» из других участников мозговой атаки новые мысли и идеи. Чем идей больше, тем более вероятно их индуцирование, причем стимулированные мысли и идеи рождаются в том же состоянии, в каком находилась стимулирующая идея.

Вероятность «поглощения» идей тем больше, чем больше их число в процессе мозговой атаки. В этом смысле «поглощение» - также индуцированный процесс.

По сути дела, участники мозговой атаки, если они являются представителями одного соционического типа или одной соционической квадраты, представляют собой систему, которая в квантовой оптике называется лазером.

Психологию толпы, больших стад животных, косяков рыб с их общей мгновенной реакцией на опасность (на уровне подсознания) также, видимо, необходимо рассматривать с помощью описания их единой волновой функцией.

В квантовой механике волновая функция ψ , как общепризнанно, не является характеристикой некоего реального материального поля. Эйнштейн говорил о «призрачном» поле. Психические функции мозга также нематериальны.

Как в истории физики ψ - функцию пытались свести к некоторому материальному волновому полю (ψ -полю), так и в истории философии и психологии предпринимались попытки свести психические процессы к чисто физиологическим («мысль вырабатывается мозгом, как желчь печенью»). Конечно, нервные процессы мозга являются физиологической основой осуществления психической деятельности, однако психическое нематериально в точно такой же степени, как нематериальна ψ -функция в квантовой механике. С нашей точки зрения, основой такой аналогии между психическим и квантовомеханическим

является наличие в природе качественно иных отношений - отношений дополнителности (дополнительность между рациональными и сопряженными им иррациональными аспектами действительности) и отношений интерференции.

С помощью электронно-вычислительной машины можно моделировать, имитировать мышление. В ходе логической формализации мыслительная деятельность, вернее ее результат, подвергается «квантованию», а затем движение мысли имитируется путем исчисления высказываний в урезанном виде. Понятийное же мышление (непрерывно логическое) имеет недизъюнктивный характер, его нельзя исчерпать совокупностью дискретных компонентов T , т.е. $\psi_1\psi_1^*$ и A , т.е. $\psi_2\psi_2^*$: всякое естественное движение суть единство устойчивости и изменчивости, дискретного T и A и непрерывного $(\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*)$. Формальная же логика оперирует логическими формами T и A , рассматриваемыми как инвариант.

Неизбежность огрубления движения понятий дизъюнктивными по своей природе средствами формальной логики и дискретной математики в итоге обуславливает невозможность полного воспроизведения естественного движения, каковым является и понятийное мышление. Отсюда парадоксальность сложившейся ситуации: успешно моделируя мышление человека, ЭВМ не в состоянии воспроизвести даже одноклеточное живое существо, где процессы имеют не дизъюнктивный и подлинно вероятностный характер, когда необходимость дополняется случайностью. ЭВМ способна более или менее воспроизвести лишь формально-логическую сторону мышления, рассудочную деятельность (за которое отвечает одно из полушарий головного мозга). В этом состоит качественное отличие машинного мышления от мышления человека.

Нильс Бор полагал, что не сознание непознаваемо, а неразрешима задача детального слежения за ним. Мысль не протекает по определенной программе, в отличие от запрограммированного действия счетной машины, хотя бы в нее и была заложена обратная связь. В таком же смысле нереальна траектория электрона в атоме, т.е. программа его движения.

Если мышление - квантовый феномен, то никакое изучение «думающих» машин не раскроет тайны душевной жизни человека до тех пор, пока машины будут действовать по принципу определенности (или «да» или «нет») [72].

При создании электронных вычислительных схем основным является элемент, находящийся в двух устойчивых состояниях: открыт или закрыт - T или A . Промежуточное состояние из соображений надежности работы отбрасывается. При отвлечении от технической реализации рассматривается элемент, имеющих два устойчивых состояния, которые можно обозначить, как состояния 0 и 1. Такой элемент называется двоичным. Для того, чтобы различить большее число состояний, такие двоичные элементы объединяются в группы, называемые регистрами или ячейками памяти. Таким образом, из общей формулы непрерывного логического мышления в ЭВМ используется только часть ее, а именно T и A , дискретная часть. Следовательно, для воспроизведения ЭВМ в полном объеме человеческого понятийного мышления необходимо в основу ЭВМ положить не двоичный элемент, а элемент с расширенной функцией, с частью $(\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*)$, способной создавать интерференционные связи между T и A , т.е. быть не строго детерминированным, но иметь и вероятностный характер. Или же строить структуру ЭВМ на основе двух блоков аналогично двум полушариям головного мозга с интерференционной взаимосвязью между ними.

Видимо механизмом, способным заменить двоичный элемент в процессорах ЭВМ, явится конструкция, аналогичная конструкции, состоящей из двух щелей, источника излучения и приемного экрана. Тогда, если прохождение излучения через одну из щелей будет обозначать состояние «открыто», прохождение излучения через вторую щель - состояние «закрыто», то помимо этих двух состояний, окажется возможным и состояние интерференции между «открыто» и «закрыто». Таких двухуровневых систем в атомной

физике можно найти достаточно много (так называемые «кубиты»). Например, молекула аммиака состоит из одного атома азота и трех атомов водорода, причем атом азота находится вне плоскости (H -плоскости), проходящей через атомы водорода. Состояние $\langle 1|$ соответствует положению атома азота с одной стороны от H -плоскости, а состояние $\langle 2|$ - положению этого атома с другой стороны от H -плоскости. Аналогично в молекулярном ионе водорода, состоящего из двух протонов и одного электрона, состояние $\langle 1|$ соответствует локализации электрона вблизи одного протона, а состояние $\langle 2|$ - локализация вблизи другого протона. И т.д. и т.п. Необходимо теперь практически реализовать данный механизм или новую ячейку ЭВМ, а также разработать связи между такими ячейками. Укажем на возможность решения этой проблемы с помощью построения квантового компьютера, разработанного не только для квантового параллелизма вычислений, но и имитации человеческого интуитивного (то есть творческого) мышления.

Возможно, человек еще не завершил свою эволюцию в направлении к полному непрерывному логическому мышлению (т.е. к слагаемому $(\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*)$) и находится на промежуточной стадии этого процесса. Условно такую эволюцию можно представить следующим образом

$$T + A \rightarrow 1 \rightarrow T + A + (\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*) \rightarrow 2 \rightarrow (\psi_1\psi_2^* + \psi_2\psi_1^*)$$

Если первый переход представляет собой переход от логического мышления к логико-интуитивному мышлению, то второй переход является переходом от логико-интуитивного к полностью интуитивному мышлению. Мы можем только смутно представлять некоторые черты такого мышления. В религиозной и мистической литературе люди с полным интуитивным мышлением, мышлением на уровне подсознания назывались пророками, святыми, Буддами, магами, колдунами, экстрасенсами и т.п. Почему бы не предположить, что полное интуитивное (иррациональное) мышление характерно для иного, потустороннего мира. Отсюда и способность таких людей общаться с духами и прочими сущностями. Рациональный (посюсторонний) и иррациональный (потусторонний) миры дополняют друг друга в смысле обобщенного принципа дополнительности Бора, и уход из жизни есть просто переход к иному плану бытия. Ведь сказано в Новом Завете, что «мы не умрем, но изменимся».

В. Гейзенберг подчеркивал: *«Посещая нас, Карл Фридрих (Вейцеккер - А.К.) объяснил мне основную идею своей попытки: "Всякое осмысление природы неизбежно движется большими кругами или по спирали: в конце концов, мы сможем понять что-то в природе, только если мы размышляем о ней, а ведь во всех способах своего поведения, в том числе и в своей мысли, мы вышли из природы и продолжаем ее историю. Начинать поэтому можно, в принципе, откуда угодно. Но наша мысль устроена так, что нам кажется целесообразным начинать с самого простого, а самое простое - это всегда альтернатива: да или нет, бытие или небытие, добро или зло. Пока подобная альтернатива осмысливается так, как это обычно происходит в повседневной жизни, она остается бесплодной. Однако мы ведь знаем из квантовой теории, что в ситуации альтернативы помимо ответа "да" и "нет" существуют еще и другие ответы, находящиеся к этим двум в отношении дополнительности. В них устанавливается вероятность ответов "да" и "нет" и сверх того фиксируется область интерференции между "да" и "нет" тоже обладающая информационной ценностью. Существует, таким образом, целый континуум потенциальных ответов. Выражаясь математически, мы имеем здесь непрерывную группу линейных преобразований двух сложных переменных. В этой группе заранее уже содержится лоренцева группа теории относительности. Спрашивая о том или ином из этих потенциальных ответов, верен он или неверен, мы тем самым задаемся вопросом о пространстве, сродном пространственно-временному континууму действительного мира. В этом плане я хотел бы развернуть структуру, которую вы фиксируете в*

уравнении поля и которая в известном смысле дает как бы перворазметку мира, в виде взаимоналожения альтернатив. Для тебя, стало быть, существенно то, - заметил я (Гейзенберг - А.К.), - что дзуделение, о котором говорил Паули, не есть деление на две взаимоисключающие части, как в аристотелевой логике, и противоположности здесь находятся в существенном смысле в отношении дополнителности. Раздвоение в аристотелевом смысле действительно было бы, как справедливо писал Паули, атрибутом дьявола; непрестанно повторяясь, оно ведет лишь в хаос. Но третья возможность, выявляемая отношением дополнителности в квантовой теории, может оказаться плодотворной и ведет при своем повторяющемся воспроизведении в пространство действительного мира. Не случайно в старой мистике число "три" связывают с божественным началом. Чтобы не углубляться в мистику, можно вспомнить о гегелевской триаде: тезис - антитезис - синтез. Синтез не обязательно должен быть смесью, компромиссом между тезисом и антитезисом, но плодотворным он становится только тогда, когда из связи тезиса и антитезиса возникает что-то качественно новое.

Если исходить из логики квантовой теории, то альтернатива (амплитуда вероятности - А.К.) будет основополагающей формой, из которой через повторение возникают другие, более сложные формы. . . Причем альтернатива есть гораздо более фундаментальная структура нашей мысли, чем платоновский треугольник. Но математически точное осуществление твоей программы представляется чрезвычайно трудным. Ибо оно требует такой высокой степени абстракции мысли, какой до сих пор. . . еще никогда не было. Мне это было бы явно не под силу. А вот нашему молодому поколению абстрактное мышление дается легче. Так что ты обязательно должен предпринять эту попытку вместе со своими сотрудниками.» [79]

Оценивая дополнителность и интерференцию с точки зрения новых отношений, новых взаимосвязей, соответствующих более глубокому уровню познания законов природы, можно сказать, что квантовая механика определяет тенденции развития современной науки, в том числе и науки о мышлении.

6.2 Наука и иррационализм или обобщенный принцип дополнителности Бора

Во всем подслушать жизнь стремясь,
Спешат явления обездуть,
Забыв, что если в них нарушить
Одушевляющую связь,
То больше нечего и слушать.

Гете «Фауст»

6.2.1 Введение

В свое время Нильс Бор вел напряженную работу по исследованию применения понятия дополнителности не только в физике, но и в других областях знаний. Эту задачу он считал не менее существенной, чем чисто физические исследования.

В физике количественным воплощением принципа дополнителности, сформулированного Бором в 1927 году, явилось соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Посмотрим, говорил Бор, с этой точки зрения на явления жизни. Сводятся ли биологические закономерности к физико-химическим процессам? Нет! Закономерности живой материи, хотя и определяются законами физики и химии, но не сводятся к ним. Бор обос-

новывает мысль, что два подхода - биологический и физико-химический - дополнительные. Биологические и физические исследования несопоставимы, поскольку для тех и других существуют свои ограниченные области реальности. Ведь если мы представим полностью уничтоженный живой организм, то как мы узнаем, какова роль отдельных атомов в жизненных процессах? Во всяком опыте над живым организмом имеется некоторая неопределенность в физических условиях, и поэтому *«возникает мысль, что минимальная свобода, которую мы вынуждены предоставлять организму, как раз достаточна, чтобы позволить ему, так сказать, скрыть от нас свои последние тайны. С этой точки зрения самое существование жизни должно в биологии рассматриваться как элементарный факт, подобно тому, как в атомной физике существование кванта действия следует принимать за основной факт, который нельзя вывести из обычной механической физики. Действительно, существенная несводимость факта устойчивости атомов к понятиям механики представляет собой близкую аналогию с невозможностью физического или химического объяснения своеобразных отклонений, характеризующих жизнь»* [80 с.7].

Согласно Бору, фундаментальное различие между биологическими и физическими исследованиями делает невозможным установление твердых границ приложения физических идей к решению биологических проблем, границ, которым соответствовало бы в квантовой механике различие между причинным механистическим описанием и описанием собственно квантовых явлений. *«Сущность рассматриваемой аналогии,- пишет Бор,- это очевидное антагонистическое отношение между такими типичными сторонами жизни, как самосохранение и размножение индивидуумов, с одной стороны, и необходимое для всякого физического анализа подразделение объекта - с другой»* ([80],с.118). Бор полагает, что биологические законы являются дополнительными к законам, которым подчиняется неживая природа.

Много размышлял Бор над применением понятия дополнительности в психологии. Он говорил: *«Мы все помним старое высказывание, гласящее, что, пытаясь анализировать наши переживания, мы перестаем их испытывать. В этом смысле мы обнаруживаем, что между психологическими опытами для описания которых адекватно употреблять такие слова, как "мысли" и "чувства существует соотношение дополнительности, какое существует между данными о поведении атомов.»* ([80],с.120

Бор предполагает, что в этой области имеются взаимные соотношения, которые обусловлены единым характером сознания и поразительно напоминают физические следствия существования кванта действия, поскольку непрерывность мышления и сохранение индивидуальности личности в отношениях между людьми аналогичны волновому описанию материальных частиц при сохранении их индивидуальности в процессе взаимодействия. *«Неизбежное влияние на атомные явления при их наблюдении,- пишет Бор, - соответствует здесь хорошо известному изменению оттенка психических событий, сопровождающему переход внимания от одного его элемента к другому.»* ([80],с.60). По мнению Бора, понятия «мысль» и «эмоция» при психологическом анализе находятся в отношении, которое *«полностью аналогично дополнительному смыслу кинематических и динамических переменных в квантовой механике. В частности, степень произвола может быть переведена на наш язык просто как выражение именно того факта, что те ситуации, в которых можно говорить о свободе воли, и те, в которых разумно предпринять какой бы то ни было логический анализ психического состояния, являются взаимоисключающими.»* ([80],с.384)

Если пытаться понять скорбь или радость человека с помощью экспериментов над его головным мозгом, то исследуемое психическое явление нарушается и цель оказывается недостижимой.

Стараясь критически осмыслить какие-либо сильные чувства, скажем, любовь или

благочестивое умиление, мы тут же уничтожаем эти самые чувства. Но если, с другой стороны, поддаться чувству, то вряд ли можно его продумать в этот момент.

В этой связи обратим внимание еще на следующее. Обучаясь какому-то действию (например, игре на музыкальном инструменте, езде на велосипеде, коньках и т.п.) человек вначале использует разум, логическое мышление. Поэтому все контролируемые мыслью движения замедленны, неуверенны. Но как только вся последовательность действий с помощью длительной тренировки ушла в область подсознания, где отсутствует контроль сознания над каждым шагом, все действия начинают выполняются с уверенностью и автоматически. Отсюда видно, что сознание, разум, логическое мышление и подсознание находятся в отношениях дополнительности.

Бор также считал, что свобода воли и чувство ответственности равно как милосердие и справедливость находятся в дополнительных отношениях друг к другу.

Бор сравнивает процесс измерения в квантовой системе с воздействием целенаправленной воли, своей или чужой, на человеческое сознание. По мнению Бора, «*нахождение словесного эквивалента той или иной мысли аналогично действию измерения на квантовый объект*». То есть наш мозг, наше сознание постоянно находится в состоянии суперпозиции, в состоянии неопределенности (всегда есть возможность выбора), но редуцируя это состояние с помощью некоторого волевого усилия, мы облакаем наши мысли и действия в те или иные словесные фразы и поступки. Невозможность более тонкого вмешательства в психику как только через психику приводит к тому, что и здесь не существует полного предопределения. В состоянии неопределенности у живого организма существует миллион возможностей для выбора, благодаря чему он не является запрограммированным роботом, но обладает так называемой «свободой воли».

Бор был убежден, что квантовая теория дает «*средство для освещения самых общих вопросов человеческого мышления*» ([80],с.61). Он видит аналогию между связью атомных явлений с их наблюдениями и психологическими процессами, где трудно отделить объективное содержание от наблюдающего субъекта. «*С одной стороны, описание нашей мыслительной деятельности требует противопоставления объективно заданного содержания и мыслящего субъекта, а с другой, как уже ясно, - ...нельзя строго разграничить объект и субъект, поскольку последнее понятие также принадлежит к содержанию. Из такого положения вещей следует не только относительность зависящего от произвола при выборе точки зрения значения каждого понятия или, вернее, каждого слова; мы должны вообще быть готовыми к тому, что всестороннее освещение одного и того же предмета может потребовать различных точек зрения, препятствующих однозначному описанию. Строго говоря, глубокий анализ любого понятия и его непосредственное применение взаимно исключают друг друга*» ([80],с.58). Здесь речь идет, скорее всего, о фактах и смысле этих фактов.

Далее. Физическая картина явления и его математическое описание дополнительные. Создание физической картины мира требует пренебрежения деталями и уводит от математической точности. И наоборот, попытка точного математического описания явления затрудняет ясное понимание. Действительно, математическое описание основано на логике, физическая же картина мира строится на догадках, интуиции. На вопрос «*Что дополнительно понятию истины?*» Бор ответил «*Ясность*». Как пишет один из исследователей: «Как поступать, когда надо решать определенную задачу (механики или физики), которая не поставлена математически совершенно точно, что чаще всего и бывает? Сложные взаимоотношения физики и математики, которые дополнительные друг к другу (по Бору, как «истина» и «ясность..) могут быть выражены с помощью соотношения неопределенностей [81]

$$\Delta Mathematics \times \Delta Physics = Constant$$

Со студенческой скамьи Бора занимала (под влиянием книги Пауля Меллера «При-

ключения датского студиязуса») проблема свободы воли и детерминированности. Сильное влияние на Бора оказал также датский философ Серен Кьеркегор. Возражая мысли Гегеля о переходе количества в качество, Кьеркегор говорит: *«Высшая количественная определенность так же мало объясняет скачок, как и низшая. Новое возникает скачкообразно»*. Он отрицает элемент непрерывности, сохраняющийся при переходе в новое. Новое качество, по Кьеркегору, появляется с внезапностью загадочного. Скачок алогичен, недоступен рациональному пониманию, не вытекает с логической необходимостью из предшествующего состояния, иррационален.

Далее Бор рассматривает отношения между наукой и искусством, наукой и религией. Кроме того, по мнению Нильса Бора, человек - центральная фигура. На сцене бытия (включая и *«человеческую комедию»*) он является как зрителем, так и действующим лицом. В зависимости от двух различных ролей существуют разные суждения и подходы к оценке действительности. Как зритель, говорил Бор, человек старается понять мотивы человеческого поведения на рациональной основе. Он пытается оценивать поведение, оправдывая или осуждая его, стараясь при этом быть справедливым. Как действующее лицо он не руководствуется одним благородием или одной справедливостью. Со стороны, говорил Бор, это противоречие заметно. Если рассуждать абстрактно, то разве не противоречит истинная справедливость истинному милосердию? Он предполагает, что положение отдельного индивида в обществе описывается типично дополнительными характеристиками, которые зависят от соотношения (весьма подвижного) между личностными ценностями и общественными нормами. Общую цель всех культур Бор видит в теснейшем сочетании *«справедливости и милосердия, какого только можно достигнуть; тем не менее, следует признать, что в каждом случае, где нужно строго применить закон, не остается места для проявления милосердия, и наоборот, доброжелательство и сострадание могут вступить в конфликт с самими принципами правосудия. Во многих религиях этот конфликт иллюстрируется мифами о битвах между богами, олицетворяющими такие идеалы, а в древневосточной философии это подчеркивается следующим мудрым советом: добиваясь гармонии человеческой жизни, никогда не забывай, что на сцене бытия мы сами являемся как актерами, так и зрителями»* ([80],с.495). В связи с этим я хочу отметить, что человеческое сообщество интуитивно отобразило дополненность справедливости и милосердия в связке института государственных судебных органов, руководствующихся в своей деятельности буквой рациональных законов и судов присяжных, более подверженных влиянию иррациональных чувств.

Рассуждая на основе метода аналогии и выявляя общие черты микрообъектов, живых организмов, сознания, общества и человеческих культур, Бор превратил свой принцип дополненности из физического в универсальный философский принцип с наиболее общим методологическим значением. *«В общефилософском аспекте, - писал он, - знаменательно здесь то, что в отношении анализа и синтеза в других областях знания мы встречаемся с ситуациями, напоминающими ситуацию в квантовой физике. Так, цельность живых организмов и характеристики людей, обладающих сознанием, а также и человеческих культур представляют черты целостности, отображение которых требует типично дополнительного способа описания. Передача опытных фактов в этих обширных областях знания требует богатого словаря, а из-за того, что словам иногда придается различный смысл, и прежде всего из-за различия в принятых в философской литературе толкованиях понятия причинности, цель такого рода сопоставлений часто понималась превратно. Но постепенно развитие терминологии, пригодной для описания более простой ситуации в области физики, показывает, что мы имеем здесь дело не с более или менее туманными аналогиями, а с отчетливыми примерами логических связей, которые в разных контекстах встречаются в более широких областях знания»* ([80],с.532).

Отметим, что из математического формализма квантовой механики идея дополни-

тельности не выводится. Однако это не недостаток идеи дополнительности, а скорее ее достоинство. Дополнительность предстает перед нами как высшая форма качественного объяснения, и нет никакой необходимости искать указаний на то, какой математический формализм за нее ответствен. От качества нельзя требовать выводимости его из количества. Так, например, на основе понятия «вода» нельзя делать заключения, из какого количества воды складывается капля или море. Наконец, существенно и то, что, как отмечал П.Фейерабенд, идея дополнительности не представляет собой «последнее слово». Естественно, в сегодняшнем своем виде она вообще не может быть «последним словом», так как ничто не может претендовать на статус «абсолютной истины». Однако согласно принципу соответствия, как бы ни изменялась в будущем идея дополнительности, взгляды Бора останутся в золотой сокровищнице человеческого познания. В связи с этим ниже я намерен сформулировать обобщенный принцип дополнительности Бора, охватывающий явления дополнительности, найденные Бором в других отраслях знания. Это позволит отыскивать феномены двойственности в самых различных областях действительности. Но сначала мы рассмотрим принцип дополнительности Бора в квантовой механике.

6.2.2 Принцип дополнительности в квантовой механике

Сущность принципа дополнительности Бора в физике такова. В любом опыте с микрообъектами наблюдатель получает информацию не о «свойствах объектов самих по себе», но о свойствах объектов в связи с конкретной ситуацией, включающей в себя, в частности, и измерительные приборы. Информацию об объекте, полученную при некоторых определенных условиях, надо рассматривать как дополнительную к информации, полученной при других условиях. Причем сведения, полученные при разных условиях, нельзя простым образом складывать, суммировать, комбинировать в некую единую картину; они отражают разные (дополняющие стороны) единой реальности, отвечающие исследуемому объекту. Свое прямое выражение принцип дополнительности находит, в частности, в идее корпускулярно-волнового дуализма и в соотношениях неопределенностей.

Согласно принципу дополнительности, получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих микрообъект (элементарную частицу, атом, молекулу), неизбежно связано с потерей информации о некоторых других величинах, дополнительных к первым. Такими взаимно дополнительными величинами, являются, например, координата частицы и ее скорость (или импульс). В общем случае дополнительными друг к другу являются физические величины, которым соответствуют операторы, не коммутирующие между собой, например, направление и величина момента количества движения, кинетическая и потенциальная энергии. Если выбрать для света в качестве канонически сопряженных переменных «числа заполнения» (грубо говоря, число фотонов) и фазу волны (а от фазы зависит критическое для волновой картины явление интерференции), то интерференцию можно наблюдать лишь тогда, когда число фотонов неопределенно, а при известном числе фотонов нет интерференции.

Фаза волны характеризует непрерывный, волновой аспект действительности, число же фотонов характеризует дискретный, корпускулярный аспект действительности. Аналогично координата частицы и направление момента количества движения относятся к волновым аспектам, в то время как импульс частицы и величина момента количества движения - к корпускулярным аспектам. Далее, потенциальная энергия характеризует покой, статику, кинетическая же энергия характеризует динамику, движение. Указанные характеристики микрообъектов дополнительны друг к другу.

Состояния, в которых взаимно дополнительные величины имели бы одновременно точно определенные значения, принципиально невозможны, причем если одна из таких

величин точно определена, то значения другой полностью неопределенны.

Нильс Бор говорил: *«Термин "дополнительность" подчеркивает то обстоятельство, что в противоречащих друг другу явлениях мы имеем дело с различными, но одинаково существенными аспектами единого комплекса сведений об объекте»* ([80], с.60). *«В атомной физике слово "дополнительность" употребляют, чтобы характеризовать связь между данными, которые получены при разных условиях опыта и могут быть истолкованы лишь на основе взаимно исключающих друг друга представлений. . . Данные, полученные при разных условиях опыта, не могут быть охвачены одной единственной картиной; эти данные должны скорее рассматриваться как дополнительные. В квантовой физике данные об атомных объектах, полученные при помощи разных экспериментальных установок, находятся в своеобразном дополнительном отношении друг к другу. Действительно, следует признать, что такого рода данные, хотя и кажутся противоречащими друг другу при попытке скомбинировать их в одну картину, на самом деле исчерпывают все, что мы можем узнать о предмете.»* [82, с.110].

Перечитаем еще раз внимательно слова Бора. Итак, данные о микрообъектах могут быть «наглядно истолкованы» лишь на основе «взаимно исключающих друг друга представлений». В этом смысле они не могут простым образом складываться, суммироваться, «не могут быть охвачены одной картиной». Разные данные находятся в «своеобразном» отношении друг к другу, для чего и применяется термин «дополнительность». Своеобразие отношения «дополнительности» согласуется с тем, что дополнительные друг по отношению к другу данные могут быть получены лишь «при разных условиях опыта».

Специфика квантовомеханических представлений с их несколько необычной логикой в известном смысле покоится на принципе дополнительности. Микрообъект не является ни корпускулой, ни волной; но в то же время мы используем для описания микрообъекта оба эти взаимно исключающие друг друга образы. Вдумаемся в эту ситуацию: образы корпускулы и волны используются для описания объекта, не являющегося ни корпускулой, ни волной, ни даже их симбиозом. Но взаимно исключающие друг друга образы используются как взаимно дополняющие образы, адекватно отражающие разные стороны объективной реальности, называемой микрообъектом. *«Этот пункт логически важен, - писал Бор, - так как только то обстоятельство, что мы стоим перед выбором или (!) следить за траекторией частицы, или (!) же наблюдать интерференцию, позволяет нам избежать парадоксального вывода о том, что поведение электрона или фотона должно зависеть от наличия в экране щели, сквозь которую он заведомо не проходил»* [82, с.115].

Волновые и корпускулярные свойства никогда не вступают в конфликт, ибо они никогда не существуют одновременно. Мы пребываем в постоянном ожидании борьбы между волной и частицей, но ее никогда не происходит, так как никогда оба противника не появляются вместе. Из-за соотношения неопределенностей эти две модели: корпускулярная и волновая, никогда не могут войти в противоречие друг с другом, потому что чем больше уточняется одна модель, тем более неопределенной становится вторая. Чем более четкими оказываются в каком-либо явлении корпускулярные свойства микрообъекта, тем более незаметными и неясными оказываются его волновые свойства. Понятие «микрообъект», так же как и другие элементарные физические понятия, имеет, таким образом, два противоречивых аспекта, к которым, однако, нужно обращаться по очереди, чтобы объяснить все его свойства. Они подобны двум сторонам одного предмета, которые никогда нельзя увидеть одновременно, но которые, однако, нужно осмотреть по очереди, чтобы полностью описать этот предмет. Эти два аспекта Бор и назвал дополнительными, понимая под этим, что они, с одной стороны, противоречат друг другу, с другой - друг друга дополняют. Это понятие дополнительности играет важную роль в чисто философской доктрине.

6.2.3 Обобщение принципа дополнительности Бора

Закон природы выражается тем проще, чем более общим он является.

М. Планк

Итак, согласно п. 3.1, выстраиваются следующие дополнительные пары, найденные Нильсом Бором:

- Пространственно-временное описание частицы и волновые свойства частицы;
- Частица и волна вероятности
- Физико-химические процессы и биологические процессы;
- Мысли (логика) и чувства;
- Математическое описание явления и физическая картина явления
- Истина и ясность
- Детерминированность и свобода воли
- Справедливость и милосердие
- Количество и качество

Выше нами было показано, что существует также дополнительность между:

- Аристотелевой логикой и интуицией

«Интуиция - это способность постижения истины путем прямого ее усмотрения без обоснования с помощью доказательства (т.е. рационально - А.К.) Интуитивной способности человека свойственны неожиданность решения проблемы, неосознанность путей и средств ее решения (т.е. иррационально - А.К.) и непосредственность постижения истины на сущностном уровне. Интуиция не сводима ни к чувственному, ни к рациональному познанию... Не следует ни переоценивать интуицию, ни приуменьшать ее роль в процессе познания. Дискурсивное и интуитивное - специфические и дополняющие друг друга средства познания.» [83]

Относительно первой пары отметим, что волновые свойства одиночного микрообъекта являются иррационализмом, бессмыслицей, дзенским хлопком одной ладонью, так как с точки зрения рационального мышления единичный микрообъект не может одновременно проходить через две пространственно разделенные щели и интерферировать сам с собой. Однако именно такие явления и происходят в микромире. Как выразился известный физик Ричард Фейнман: *«Я смело могу сказать, что квантовой механики никто не понимает... Никто не знает, как здесь можно копнуть глубже. Даже сама природа не знает, по какому пути полетит электрон.» [84].* Аналогично, говоря о дифракции микрообъекта на кристалле, мы обнаружим, что микрообъект, проходя кристалл, одновременно взаимодействует со всеми ионами кристалла с одинаковыми силами, как будто микрообъект является не точечной частицей, а волной, что и дает дифракционную картину, характеризующуюся закономерным чередованием максимумов и минимумов. Но необходимо подчеркнуть, что волны де Бройля не имеют ничего общего с классическими волнами. Эйнштейн называл их «призрачными» волнами. Это связано с тем, что вероятностные законы природы не следуют правилу сложения вероятностей, но требуют сложения амплитуд вероятностей. В природе существуют два явления интерференции:

классической интерференции, обусловленной сложением волн, и квантовомеханической интерференции, обусловленной сложением амплитуд вероятностей (или так называемых волновых функций), к волнам не имеющих никакого отношения. Амплитуда вероятности есть некое комплексное число, квадрат модуля которого равен вероятности перехода микрообъекта из начального в конечное состояние. И по сути своей амплитуда вероятности (вектор состояния) является иррациональной величиной, не имеющей аналога в классической физике.

Первым нашел в явном виде уравнение для волн волновой механики и построил на его основе строгий метод рассмотрения задач квантования Эрвин Шредингер в 1926 г. Это уравнение, полученное преобразованием классических уравнений в представлении Гамильтона, обладает той особенностью, что не все его коэффициенты представляют собой вещественные числа; в него входят и мнимые числа. В классической же физике уравнения распространения волн содержат всего лишь вещественные числа, а если иногда вещественные функции и заменяются мнимыми функциями (или, точнее, комплексными), то там речь идет всего лишь о способе расчета. Между тем в волновой функции Шредингера (амплитуде вероятности) мнимые коэффициенты принципиально неустранимы и поэтому как бы свойственны самому явлению, которое они описывают. Другими словами, если в классической физике волны соответствуют колебаниям реально существующей среды (например, воздуха при звуковых волнах), то волну в волновой механике нельзя рассматривать как физическую реальность, соответствующую колебаниям какой-то среды. Как выразился де Бройль, такой волне, как волна, сопряженная с частицей, не несущей энергии и распространяющейся в многомерном пространстве, нельзя приписать физического существования; это «фиктивная волна», как ее назвал де Бройль, или «волна-призрак», как ее окрестил Эйнштейн. Мы можем с полным правом назвать эту волну «иррациональной волной.»

Итак, что же общего обнаруживается в описанных выше парных отношениях? Нетрудно видеть, что общее у них одно: слева отображена рациональная сторона действительности и ее познания, а справа - иррациональная сторона. Таким образом, можно обобщить принцип дополнительности Бора в виде фундаментальной закономерности и коротко сформулировать ее следующим образом:

рациональная сторона действительности и ее познание и сопряженная ей иррациональная сторона действительности и ее познание дополняют друг другу.[100, с.52]

Эта общая закономерность имеет весьма высокую ценность. Она образует как бы квинтэссенцию, как будет показано ниже, многих наблюдений.

Для справки. Общее определение рационального и иррационального.

Рациональное - это логически обоснованное, теоретически осознанное, систематизированное универсальное знание предмета. Это в гносеологическом плане. В онтологическом - предмет, явление, действие, в основании бытия которого лежит закон, формообразование, правило, порядок, целесообразность. Рациональное явление прозрачно, пронцаемо, а потому его можно выразить рациональными средствами, т.е. понятийно, вербально, оно имеет коммуникабельный характер, способно быть передаваемо другому, способно быть воспринято всеми субъектами.

Иррациональное имеет два смысла. В первом смысле иррациональное таково, что вполне может быть рационализировано. Практически это есть объект познания, который поначалу предстает как искомое, неизвестное, непознанное. В процессе познания субъект превращает его в логически выраженное, всеобщее знание. Правильнее подобное иррациональное нужно обозначить как «еще-не-рациональное». Взаимозависимость рационального и иррационального как еще-не-рационального достаточно ясна. Субъект познания стоит перед проблемой, которая поначалу скрыта от него под флером иррационального.

Используя имеющиеся в его арсенале средства познания, он овладевает непознанным, превращая в познанное. Еще-не-рациональное становится рациональным, т.е. абстрактным, логически и понятийно выраженным, короче познанным объектом.

Второй смысл иррационального состоит в том, что это иррациональное признается в его абсолютном значении - иррациональное-само-по-себе: то, что в принципе не познаваемо никем и никогда. Иррационализм полагает существование областей миропонимания недоступных разуму и достижимых только через такие качества как интуиция, чувство, инстинкт, откровения, вера и т. п. В иррационализме разум, который дает рациональное знание о феноменальном мире, признается бесполезным, беспомощным для познания мира вещей самих по себе. Рациональное знание возможно лишь относительно мира явлений, вещь сама по себе ему недоступна. С точки зрения иррационализма рациональное знание не дает и в принципе неспособно дать знание сущности предмета в целом, оно скользит по поверхности и служит исключительно для целей ориентации человека в окружающей среде [85]. В настоящей статье иррациональная сторона действительности рассматривается именно во втором смысле.

Принцип дополнительности выражает собой идею использования взаимоисключающих концепций (рациональное и иррациональное) для достижения максимально возможного понимания. Всякий раз результат осознания, измерения дополнительных величин зависит от способа наблюдения рационального и иррационального, то есть разумом, логикой или интуицией, через медитацию и транс.

6.2.4 Принцип дополнительности в других областях знания

Обобщенный принцип дополнительности требует, чтобы в любой области науки и жизни мы искали феномены двойственности, группируя их по рациональным и иррациональным аспектам. Продолжая ряд дальше, мы теперь можем утверждать, что существует соотношение дополнительности между:

- Дискретным и непрерывным (сравните: между корпускулярным и волновым)
- Конечным и бесконечным
- Локальным и нелокальным
- Множественным и единым, целостным (единым, как выражением конечной неразложимости реальности на множества [23])
- Фактом (объяснение опыта рассудком, логическим доказательством) и смыслом (пониманием значения, интуитивным постижением)
- Анализом и синтезом
- Покоем (статикой, сохранением объекта) и движением (динамикой, изменением вообще, процессом, становлением)
- Энергией-импульсом и пространством-временем
- Мертвым и живым (энтропией и негэнтропией)
- Знанием и верой
- Разумом (логикой, моралью) и сердцем (добром, совестью, нравственностью). («Ум не понимает сердце, но оно знает», Живая этика, Рерих.)

- Физикой и мистикой
- Телом и душой
- Западом (западным знанием) и Востоком (восточным пониманием)
- Рефлексией над миром и растворением в мире, слиянием с ним 26. Универсальностью, повторяемостью, всеобщностью и уникальностью, индивидуальностью, неповторяемостью
- Наукой и религией, искусством. («Неизвестно, к сожалению, только "соотношение неопределенностей" для сопряженной пары "наука - искусство а потому и степень ущерба, который мы терпим при одностороннем восприятии жизни» [86].)
- Миром тленным, вещным (миром видимым, "проявленным") и миром нетленным, духовным (миром невидимым)
- Материей и «пустотой» (в духе Будды Гаутамы)
- Смесью состояний и квантовой суперпозицией состояний
- Мужским началом и женским началом
- Классической физикой и квантовой физикой
- Эйнштейном и Бором!:))
- Средством наблюдения (экспериментальной установкой) и объектом наблюдения (микрочастицей). Экспериментальная установка описывается на языке классической (рациональной) физики, объект же наблюдения описывается на языке квантовых (иррациональных) понятий.
- Рациональными числами и иррациональными числами
- Государственной (административной, регулируемой, плановой) экономикой и либеральной экономикой (свободным рынком). Вспомните также высказывание финансиста Дж. Сороса о соотношении неопределенностей в биржевой игре, когда ничего нельзя предсказать и иррациональная интуиция начинает играть определяющую роль.
- Планируемыми действиями и поступками и спонтанными действиями, верой в то, что все и так образуется
- Социализмом (плановой экономикой) и капитализмом (рыночной экономикой)
- Выгодой, расчетом и даянием без ожидания
- Объективным и субъективным
- Материализмом и идеализмом
- Воспитанием человека и природой человека
- Размышлением и созерцанием (медитацией)
- Разумом, научностью и мудростью

- Лапласовским детерминизмом (предсказуемостью) для одной частицы и статистическим детерминизмом (непредсказуемостью) для одной частицы
- Наблюдением системы и состоянием системы
- Действительным, реальным (достоверным) и потенциально возможным (вероятным)
- Реальными частицами и виртуальными частицами
- Силовым взаимодействием (измерением) и квантовым взаимодействием (не измерением)
- Явлением (вещью для нас) и сущностью (кантовской «вещью-в-себе»)
- Феноменами и ноуменами
- Серьезностью и шуткой
- Сознанием и подсознанием
- Звездным небом над головой и нравственным законом в душе (Иммануил Кант)
- Механическим единством (часть не может быть целым) и органическим единством (часть есть целое)
- Редукционизмом и холизмом (В своих исследованиях физики могут поступать двояко: во-первых, вычленять явление из окружающего мира, чтобы изучить его отдельно, и, во-вторых, пытаться рассматривать явление в его связи с природой. Над теми, кто разделяет первую точку зрения, довлеет опасность "умертвить" исследуемое явление, разорвав его живительные связи с окружающим миром. Они пытаются понять, как работает система, изучая ее изолированную часть. Представителей этого направления называют редукционистами (от лат. *reducere* - "сводить сложное к более простому"). Другой подход - системный - основан на изучении явления или физического объекта в целом. Последователей этого метода принято называть холистами (от греч. "холос" "весь" "целый"). Редукционизм был лейтмотивом развития физики XX столетия. Ученые пытались отыскать "материальную точку" физики, ее первичный объект, размерами которого можно было бы пренебречь (атомы, ядра, элементарные частицы, кварки и лептоны, планковские черные дыры. . .). Ученые надеялись, что такой фундаментальный объект удастся описать простым и удобным аппаратом линейной физики. Однако, дойдя до планковских масштабов (10^{-33} см), физики обнаружили, что самые фундаментальные на сегодня объекты - планковские черные дыры - имеют протяженность. На этом движение вглубь исчерпывается, так как в планковских масштабах любые измерительные инструменты (ускоренные электроны, протоны, энергичные фотоны и т.п.) неизбежно сами превращается в такие же планковские черные дыры. Глубже пространство нечем верифицировать, измерить. Это предвещает очередной кризис физики. Ростом нового направления, могущим вывести ее из тупика, должны стать нелинейные методы. Нелинейность, иррационализм, неизбежно присущие холистскому подходу, - новое измерение и направление развития физики с поистине необозримыми перспективами. Вероятно, физическая наука XXI столетия будет совершенно не похожа на всю предыдущую физику [87])
- Самоутверждением и объединением
- Соревнованием и сотрудничеством

- Однозначностью и многозначностью
- Причинностью и случайностью
- Средством и целью
- Опытом и прозрением
- Закономерностью и чудом
- «физикой» и «лирикой»
- Вселенной и Человеком
- Природой и Духом
- Неорганическим миром и жизнью
- Между телом и сознанием
- Между "Нечто" и "Ничто" в духе известного русского философа С.Н. Булгакова, когда Бог с точки зрения человеческих мыслительных возможностей невыразим ни в каких определениях и понятиях. Поэтому Бог оказывается "Ничто" как отрицание любых определений Бога. "Ничто" обладает производящими потенциалами, имеющими бытийные возможности и в конечном итоге превращающими его в "Нечто" т.е. определенное наличное бытие. Самого Бога определить, т.е. наделить определенными качествами, нельзя - у человечества нет таких инструментов познания. Можно лишь изучать творение Бога, так как Бог обнаруживает себя именно в творении. Только через бесконечный процесс творения, превращения "Ничто" в "Нечто" оформления бытия в результате реализации бытийных потенциалов можно приблизиться к Богу, попытаться осмыслить и описать его трансцендентальную, иррациональную сущность.
- Между Миром и Богом
- Между "нормальной" и "сверхтекучей" компонентами Гелия-2.
- Между обычной проводимостью и сверхпроводимостью. Действительно, и сверхпроводимость, и обнаруженная Петром Капицей сверхтекучесть - самые настоящие квантовые явления. То есть они макроскопические, но, тем не менее, квантовые. Поэтому, когда говорят, что в нашем "обычном" (то есть макроскопическом, "ньютоновском") мире причудливые свойства элементарных частиц исчезают, это в лучшем случае не совсем правда. Капица не объяснил открытое им явление (это сделал Ландау), но в любом случае за его открытие история науки и техники будет всегда ему благодарна, ведь не может не восхищать ситуация, когда и ведро жидкого гелия, и сосуд размером с дом опорожняются через отверстие с игольное ушко со скоростью свиста (вязкость жидкого гелия становится фактически нулевой). Тем более не могут не восхищать экспериментально наблюдаемые ситуации, когда из резервуара вытекает, но никогда не кончается при этом (!) гелий, или когда его вязкость при одном техническом способе измерения нулевая, а при другом - вполне нормальная для жидких систем. Ландау объяснил явление сверхтекучести следующим образом. Гелий-2 как бы состоит из двух компонент - "сверхтекучей" и "нормальной" а "нормальная" в свою очередь, состоит из квазичастиц - звуковых квантов "фононов". Слово "квазичастиц" используется потому, что на самом деле никаких частиц нет, а весь объем

гелия ведет себя как единая система. При абсолютном нуле этих квазичастиц нет совсем, и поэтому весь гелий - лишь одна сверхтекучая масса, а появляются квазичастицы при каждом очередном повышении температуры вплоть до 2,2 К, когда явление сверхтекучести исчезает. То есть при повышении температуры постоянно меняется соотношение между "сверхтекучей" и "нормальной" компонентами. И вот каково собственно объяснение невиданных ранее экспериментальных чудес. Когда измеряется вязкость гелия, проходящего через отверстия капилляра (первый способ измерения), фактически измеряется сверхтекучая компонента, а при измерении с помощью вращающегося диска (второй способ) проявляется "нормальная" компонента с нормальной вязкостью. В опытах же по вытекающему и не кончающемуся при этом гелию дело заключается в том, что в одно и то же время через вытекающую часть гелия "втекает как бы проходит сквозь нее встречный поток. Все это было бы вполне убедительно и даже почти понятно, если бы не одно "но": на самом деле нет никаких двух компонент жидкости. Это одна и та же масса совершает два прямо противоположных процесса в одно и то же время. Это похоже на то, как если бы один и тот же человек или паровоз в одно и то же время и двигался, и стоял (и "да" и "нет" одновременно!). Две компоненты "гелия-2" - это всего лишь способ говорить. Слова не отражают сути, а представить себе, как может одна и та же вещь "и бежать, и лежать уже нельзя - можно только дать математическое описание этому. Н. Н. Боголюбов, сумел доказать, что сверхпроводимость - частный случай сверхтекучести Л. Ландау в связи с этим любил с восхищением отзываться о мощи человеческого разума, говоря, что представить такое мы уже не можем, но понять - можем.

- Между детерминизмом и индетерминизмом
- Между тоналем и нагвалем (дуалистическая концепция реальности по дону Хуану, см. книгу Карлоса Кастанеды «Сказки о силе»). В указанной книге Кастанеда открывает нам два аспекта тоналя: это и пространство, в котором обычный человек существует на протяжении жизни, и организующее начало, дающее смысл и значение всему, имеющему отношение к осознанию. Тональ включает в себя все, чем является человек, все, о чем он думает и что делает, все, о чем мы вообще можем думать и говорить. Рассудок, мышление и обычное описание реальности - вот твердыня тоналя, они включают весь спектр известного. Для обычного человека существует только известное, и потому сознательный опыт ограничен для него пределами тоналя - приобретение этого опыта начинается с момента рождения и заканчивается со смертью.

Соответственно, нагваль можно определить как все, остающееся за пределами тоналя. Это то, о чем невозможно помыслить. Кастанеда описывает тональ как остров, на котором происходит вся повседневная жизнь. Никто не знает, что лежит за пределами острова. Нагваль в этом случае будет окружающим остров пространством невообразимых тайн.

Итак, согласно Кастанеде, **тональ и нагваль являются истинными противоположностями, хотя по сути своей они едины.** Тональ - это то, что называют порядком, космосом, сансарой, миром дольным. Нагваль, отсутствие порядка, хаос, нирвана, мир горний, царство Божие. Тональ и нагваль находятся во всем или все является ими.

Согласно Кастанеде, в тонале у человека формируется личность. Физиологически личность связана с левым полушарием мозга, а сущность с правым. В начале жизни оба полушария мозга имеют правосторонние функции. После разделения функций

полушарий мозга в человеке разгорается борьба чувств и ума, нагваля и тоналя, дьявола и ангела-хранителя. Часто этот хранитель превращается в охранника – деспота, подавляющего все, не соответствующего его представлениям о морали. Правое полушарие мозга связано с левой стороной тела: левым глазом, ухом, ноздрей и т.д., которые считаются магическими, воспринимающими мир нагваля. Левое полушарие мозга связано с правой стороной тела – стороной тоналя. Это разделение известно во многих мифологических, религиозных системах.

Нагваль человека отвечает за интуицию, магические способности, чувства, сновидение, волю. Тональ содержит в себе карту мира, т.е. перечень всего известного, вещей, понятий и т.д., которые имеют свое словесное обозначение. Нагваль – это наша индивидуальность. Он несет ответственность за творчество (ибо тональ – это только шаблоны и стереотипы заученных действий), за силу и парапсихологические способности. Нагваль может творить невероятное: био-энергию, тонкое тело, дух человека, его волю.

Когда нагваль выходит наружу, тональ сжимается. Например, в момент ясновидения, вспышки интуиции, внутренний диалог – атрибут тоналя, затихает. В момент сильных эмоциональных переживаний логический ум тоналя отступает на задний план. При встрече с неведомым тональ отступает.

Восприятие тоналя ограничено миром тоналя и человек не может воспринимать нагваль. Чтобы воспринимать нагваль, нужно уйти от обычного восприятия тоналя. Так же, чтобы видеть сон, нужно уснуть и отключиться от физического мира. Расщепление тоналя и нагваля осуществляется путем разделения правого и левого полушарий мозга. Способом такого расщепления может быть шептание в оба уха (чем часто пользуются цыганки). Такое же действие может оказать взгляд, направленный в правый глаз человека с одновременной посылкой луча энергии в него. То есть воздействие волей может остановить внутренний диалог и вызвать нагваль наружу, притягивая его своей волей.

Таинственная сила, таящаяся в женщине, – это дар нагваля. Женщина более совершенна в постижении нагваля, да и нагваль женского рода, а тональ – мужского. Вхождение в нагваль известно в Индии как самадхи, но впечатления от этого выхода не всегда легко перенести в тональ.

- К этому ряду (рациональное - иррациональное) относится, по нашему мнению, и теорема Гёделя о неполноте, которая гласит: если формальная система финитно определена, включает в себя арифметику и логически непротиворечива (т.е. рациональна), то она неполна. Или, если формальная арифметика S непротиворечива, то в ней невыводима формула, содержательно утверждающая непротиворечивость S . Иными словами, непротиворечивость формальной арифметики не может быть доказана средствами этой теории. Однако, могут существовать доказательства непротиворечивости формальной арифметики, использующие средства, невыразимые в ней, т.е. по отношению к ней иррациональные.

и т.д. и т.п.

Очевидно, что выписанный выше ряд можно продолжить еще, располагая слева рациональную сторону действительности и ее познания, справа - сопряженную с ней иррациональную сторону действительности и ее познания. Можно сформулировать правило: для каждого рационального понятия или действия всегда найдется сопряженное и дополнительное ему иррациональное понятие или действие. Как писал Бор: *«Всякое истинно глубокое явление природы не может быть определено однозначно с помощью слов нашего*

языка и требует для своего определения по крайней мере двух взаимоисключающих дополнительных понятий» [82]. Бор даже предложил способ отличить глубокое утверждение от тривиального: нужно построить противоположное утверждение, и если окажется, что оно абсурдно, то первоначальное тривиально. И приводил примеры. Утверждение «Бог существует» - глубоко, поскольку противоположное ему «бога нет» - столь же глубоко. А утверждение «все люди смертны» - тривиально, так как противоположное ему утверждение «все люди бессмертны» - абсурдно.

Действительно, с точки зрения принципа дополнительности утверждение «бога нет» справедливо в рациональном, «проявленном» мире, в мире явлений, мире феноменов. Для объяснения феноменального, наблюдаемого мира современная наука не нуждается в Боге. Лаплас, отвечая на вопрос Наполеона, где же в его теории присутствует Бог, заявил, что в этой гипотезе нет необходимости. Однако Бог существует в иррациональном мире, в мире духовном, мире ноуменов. На это обращал внимание еще Иммануил Кант. По Канту, Бог не нужен, чтобы объяснять явления природы, но когда речь заходит о поведении человека, тут идея высшего существа необходима. Кант устраняет знание из областей, ему не принадлежащих.

Отвечая на основной вопрос философии (согласно диалектическому материализму): что первично, материя или сознание, рациональное или иррациональное, мы теперь отбрасываем односторонний догматизм и можем говорить о дополнительности этих философских понятий.

Дополнительность рационального и иррационального хорошо прослеживается в таких философских категориях, как различие и тождество, анализ и синтез, часть и целое, дискретное и непрерывное, необходимость и случайность, причина и действие, где слева расположены рациональные категории, справа - иррациональные. В этих подвижных и гибких категориях мышление ухватывает противоречивость и текучесть бытия. Полярность, антиномичность, дополнительность этих категорий снимается в их единстве.

Материя и сознание, явление и сущность, необходимость и случайность, действительность и возможность, дифференцируемость и неразложимость, множественное и единое - определенность каждого из этих понятий получена лишь в результате их взаимного сопоставления через отрицание. Каждое из этих понятий указывает на себе противоположное, отрицает и вместе с тем предполагает его. Ни одного из них нельзя постигнуть в отдельности, но только во взаимном отношении. И хотя сущность одного из них есть отрицание другого, а другое есть отрицание первого, каждое из них в равной мере взаимно полагает другое. [23, с.49]

Наличие двух типов состояния - смеси и суперпозиции является узловым для понимания «квантовой» картины мира. Очевидно, что смесь состояний и их суперпозиция тождественны рациональному и иррациональному состояниям системы.

Смесь - это состояние, которое нельзя описать с помощью волновой функции из-за неизвестности компонент, обусловленных ее взаимодействием с окружением. Это тот случай, когда система является частью другой системы, и между ними существует взаимодействие.

Квантовая суперпозиция (когерентная суперпозиция) - это суперпозиция состояний, которые не могут быть реализованы одновременно с классической точки зрения, это суперпозиция альтернативных (взаимоисключающих) состояний.

Все вышеизложенное о сущности принципа дополнительности в физике мы можем перенести и на обобщенный принцип дополнительности между рациональной и иррациональной сторонами действительности и ее познания. Например, дополнительность между мыслями и чувствами (эмоциями) человека. Каждый человек знает, что холодный расклад исключает эмоциональное отношение к действительности, и, наоборот, во время эмоционального возбуждения (любви, ненависти, гнева) человеком совершаются поступ-

ки, необъяснимые с точки зрения разума и о которых человек в нормальном (разумном) состоянии будет сожалеть.

Выше мы указывали, что состояния, в которых взаимно дополнительные величины имели бы одновременно точно определенные значения, принципиально невозможны, причем если одна из таких величин точно определена, то значения другой полностью неопределенны. Этот вывод, полученный в квантовой механике и сформулированный в так называемом соотношении неопределенностей Гейзенберга, обобщается и на сопряженные рационально - иррациональные пары в других областях. Например, известно, что когда работает логическое мышление, интуиция молчит, является полностью неопределенной. И наоборот, чтобы интуиция проявилась, необходимо отключить разум от решаемой проблемы, переключиться на другой вид деятельности, «забыть» о проблеме, дать поработать подсознанию без сознательного контроля над ним (чтобы не вызвать редукцию состояния подсознания). Известные примеры: открытие Менделеевым своей знаменитой периодической таблицы химических элементов во время сна, Кекуле - бензольного кольца и т.п.

В принципе, интуиция работает в каждое мгновение нашей жизни. Она нужна всегда и каждому. Это получило подтверждение в недавних опытах нейрофизиологов. Они открыли, что человек через очень краткие промежутки времени на микросекунды выпадает из реальности в бессознательное состояние. Тем самым сознание превращается из непрерывного процесса в прерывистый ряд осознаний. Нам, естественно, кажется, что течение реальности непрерывно. В момент творческого акта человек не мыслит. Мысль убивает творчество. Человек мыслит «До» и «После» [88].

Исходя из вышеизложенного, можно обобщить соотношение неопределенностей Гейзенберга следующим образом

$$\Delta R \Delta I \geq C$$

где R - рациональный аспект действительности, I - сопряженный ему иррациональный аспект действительности, C - некая постоянная.

Соответственно, коммутационное соотношение между R и I будет иметь вид

$$RI - IR \geq iC$$

то есть результат последовательности рациональных и сопряженных им иррациональных аспектов действительности при совершении каких-то действий зависит от порядка их следования и последовательность RI не тождественна последовательности IR . Например, если человек совершает какое-то действие руководствуясь сначала рациональным разумом, а затем иррациональными чувствами, то результат будет отличаться от случая, когда вначале действие происходит под влиянием иррациональных чувств, а потом рационального разума. Это аналогично тому, как Гейзенберг открыл свой принцип неопределенности между импульсом и координатой частицы. Он рассуждал так: а что, если логике матричной символики удовлетворяют только наблюдаемые величины, т.е., те которые могут быть измерены экспериментально? Правило перемножения говорит, что порядок перемножения импульса и координаты определяет величину произведения. Предположим, что для случая, где они выражают положение частицы в пространстве и ее импульс, принимают во внимание «порядок их перемножения», подразумевая под этим «очередность, в которой величины были определены в эксперименте». Последнее и означает, что если в данной экспериментальной ситуации точно определено положение частицы, вторую величину - импульс - нельзя измерить точно.

Такая же «очередность» характерна и для рациональных и сопряженных им иррациональных аспектов действительности.

Обратим внимание на то, что в правой части коммутационного соотношения между R и I присутствует мнимая единица i , что указывает на нетривиальный (иррациональный)

характер этого соотношения коммутации.

Таким образом, в силу найденного выше общего соотношения неопределенностей между рациональными и иррациональными аспектами действительности они никогда не вступают в противоречие друг с другом, так как чем больше уточняется один аспект действительности, тем более неопределенным становится сопряженный ему второй аспект действительности. Создавая всё большую определённую по рациональному аспекту какого-либо явления, природа уменьшает определённую в дополнительном, иррациональном аспекте сопряженного ему явления и наоборот. В качестве примеров можно привести научную и мистическую (религиозную) картины мира, разум и чувства, мышление и интуицию и т.д. и т.п.

Даже в известном диалектическом законе единства и борьбы противоположностей сохранились рациональный и иррациональный аспекты. Действительно, понятие противоположностей рационально, так как противоположности существуют обособленно, отдельно (например, плюс - минус, свет - тьма и т.п.). Именно в аспекте их разделения и происходит борьба противоположностей, как отдельных единиц, как соперников. В то же время единство противоположностей иррационально для рационального мышления (разума) и наглядно непредставимо. Аналог единству противоположностей мы находим в квантовой механике в понятии интерференции амплитуд между различными альтернативами (например, при прохождении одного электрона через обе щели одновременно и т.п.), а также в квантовой запутанности.

Единство противоположностей заключается в интерференции их амплитуд. С точки зрения рационального мышления, рассматривающего все явления обособленно, отдельно, неподвижно, единство противоположностей является иррациональным феноменом. Мы видим, что так называемый основной закон диалектического материализма опирается на иррациональное понятие единства противоположностей.

Таким образом, мы обнаруживаем, что если бы в природе отсутствовал иррациональный аспект, мир представлял бы из себя мертвую материю без всякого движения, то есть, не существовал бы вовсе. Следовательно, само существование наблюдаемого («проявленного»), мира предполагает дополнительность рационального и иррационального аспектов в любом явлении действительности.

С помощью принципа дополнительности рационального и иррационального аспектов природы легко разрешаются и апории Зенона. Действительно, апории Зенона неразрешимы только в рамках рационального мышления. Рассмотрим, например апорию «Стрела». Она состоит в следующем: если считать, что пространство, время и процесс движения состоят из некоторых «неделимых» элементов, то в течение одного такого «неделимого» тела (например, стрела) двигаться не может (ибо в противном случае «неделимое» разделилось бы), а поскольку «сумма покоев не может дать движения», то движение вообще невозможно, хотя мы его на каждом шагу наблюдаем.

Но разбиение на «неделимые» элементы это рациональное действие. Согласно же принципу дополнительности, необходимо учесть также иррациональный аспект движения. Иррациональный аспект наглядно непредставим (потому он и иррационален), но именно он ответственен за переход тела (стрелы) от одного неделимого элемента к другому неделимому элементу или за процесс ее «становления», когда стрела одновременно и находится на данном отрезке пути и не находится на нем (и «да» и «нет» одновременно или суперпозиция «да» и «нет»). Таким образом, состояние покоя обеспечивает рациональный аспект явления, а состояние движения - иррациональный аспект явления.

Похожая ситуация присутствует и во всех остальных апориях Зенона. Можно утверждать, что любой процесс характеризуется наличием и «точек покоя» и «точек становления», то есть состоит из рациональных и иррациональных моментов. Анализируя диалектическую природу движения, вскрытую в V в. до н. э. древнегреческим философом

Зеноном, немецкий ученый Г. Гегель в 1 четверти XIX века писал: *«Когда мы вообще рассуждаем о движении, то мы говорим: тело находится в одном месте и затем переходит в другое место. В то время, как оно движется, оно не находится больше в первом месте, но не находится также и во втором. Двигаться же означает быть в этом месте и в то же время не быть в нем; это непрерывность пространства и времени и она-то именно и делает возможным движение»* [76]. Таким образом в движении мы обнаруживаем не только моменты устойчивости (рациональные моменты) - «да» или «нет», но и моменты изменчивости (иррациональные моменты) - то есть и «да» и «нет» одновременно. С помощью интерференции альтернатив «да» и «нет» решаются проблемы движения и развития. Но движение и материя неразрывно связаны, движение - это основная форма бытия материи. Нигде и никогда не было и не может быть материи без движения. Устойчивость, покой не отрицается, но рассматривается как частный случай движения, как покой относительный. О покое можно говорить только тогда, когда мы выделяем тело из его связей с другими телами и рассматриваем его отдельно. Однако нельзя найти ни одного тела, пребывающего в состоянии покоя, которое не входило бы в то же время в состав какой-либо системы, которая движется. Покой (рациональное) - это только момент движения (момент иррационального), обусловленный относительным постоянством того или иного явления. Покой имеет существенное значение для движущейся материи, без рационального (относительного покоя) невозможно познать иррациональное (движение, становление, развитие). Возможность относительного покоя тел является существенным условием дифференциации материи и тем самым существенным условием жизни. Покой и движение дополняют друг друга, но покой - только относительный момент движения, а движение (иррациональное) абсолютно и вечно. [89]

Таким образом, иррациональное лежит в основе бытия материи, рациональное - частный случай иррационального, результат процесса декогеренции, редукции состояния (декогеренция - это процесс потери когерентности квантовых суперпозиций в результате взаимодействия системы с окружающей средой [90], [91]).

В. Гейзенберг отстаивал мысль, что дополнительность имеет универсальный характер. И в контексте развития физики, полагал он, эта идея пробуждает надежды на то, что *«в окончательном состоянии различные культурные традиции, новые и старые, будут сосуществовать, что весьма разнородные человеческие устремления могут быть соединены для того, чтобы образовать новое равновесие между мыслями и действием, между созерцательностью и активностью»* ([79], с.130).

М. Борн считал, что идея дополнительности имеет всеобщее значение, потому что существует много областей человеческой деятельности, где один и тот же факт можно рассматривать в различных, но взаимодополняющих аспектах [92, с.73]. Он был согласен с Бором в том, что представление о дополнительности можно применить в других областях знания, в частности в биологии, психологии, философии, политике, и заявлял, что не следует отказываться от такого обогащения нашего мышления [93, с.463].

«Таким образом, - подводит итог Макс Борн, - физика ведет к тому, что нужно отказаться от представления всех сторон явления посредством одного и того же рода наблюдения и одной и той же системе понятий. Всегда существуют по меньшей мере два аспекта процесса, и в каждом отдельном случае необходимо выбирать, какому именно отдать предпочтение»

«Я считаю, - писал М. Борн, - что дополнительность - это важное понятие, ибо оно проясняет многое и за пределами физики... Это касается таких пар понятий, как материя и жизнь, тело и душа, необходимость и свобода. Вокруг них ведется философский и теологический спор на протяжении столетий из-за стремления привести все в одну систему. Если теперь оказывается, что даже в самой строгой и самой простой науке - физике, это сделать невозможно, что даже там различные аспекты нужно

рассматривать с позиций дополнителности, то понятно, что того же самого нужно ожидать и везде» ([93],с.532).

В. Паули также полагал, что представление о дополнителности выходит за рамки физики. Его философское значение состоит в том, что оно, выступая против односторонности, «могло бы стать первым шагом на пути прогресса к единой общей картине мира, в которой естественные науки составляют лишь часть ее» [94, с.57]. Я думаю, именно в этом и заключается предназначение и сущность принципа дополнителности между рациональными и иррациональными аспектами природы - построение единой общей картины мира. Отмечалось, что «наибольшее влияние на физику оказала эйнштейновская концепция единства мира. У самого Эйнштейна эта концепция выступает в двух разных аспектах - онтологическом и гносеологическом. Онтологический аспект состоит в представлении о единой основе мира, гносеологический - в требовании поиска единого общего принципа, из которого специальные случаи могут быть дедуцированы как частные. Эта концепция также подверглась переосмыслению. Сейчас мало кто надеется найти общий принцип, в особенности как результат взлета фантазии, однако поиски единства представляют собой один из важнейших мотивов современной науки. Не создать общий принцип как свободное творение разума, но обнаружить единство в опыте - такова основная тенденция физики» [95]. Однако из вышеизложенного видно, что обобщенный принцип дополнителности Бора и является тем общим принципом, на базе которого специальные случаи могут быть редуцированы, как частные.

6.2.5 Принцип дополнителности и мистицизм

В книге Фритьофа Капры «Дао физики» сказано: «Наука и мистицизм являются двумя дополняющими друг друга сторонами человеческого познания: рациональной и интуитивной. Современный физик – последователь крайне рационалистического направления, а мистик - крайне интуитивного. Эти два подхода отличаются друг от друга самым принципиальным образом, и не только по вопросам истолкования смысла явлений материального мира. При этом для них характерна, как принято говорить в физике, дополнителность. Один подход не может быть заменен другим, каждый из них имеет уникальную ценность, а их соединение рождает новое, более адекватное мировосприятие. Перефразируя древнее китайское изречение, можно сказать, что мистики понимают корни Дао, но не его ветви, а ученые понимают ветви Дао, но не его корни. Наука не нужна мистицизму, мистицизм не нужен науке, но людям необходимо и то, и другое. Мистическое восприятие позволяет добиться глубокого понимания сути вещей, наука незаменима в современной жизни. Таким образом, лучше всего для нас было бы объединение мистической интуиции и научной рассудочности, а не динамическое их чередование.» [96].

Фундаментом, корнями рационального, объектного, разделенного макромира является микромир с его квантовым иррационализмом: 1) виртуальными частицами, получающими свою энергию из небытия; 2) туннельными переходами; 3) квантовой неделимостью и целостностью; 4) принципом неопределенности и т.д. и т.п.

Именно из принципа дополнителности следуют все непривычные особенности квантовой теории, в частности, ее вероятностный характер. Теперь сравним. Одно из возражений со стороны науки против мистицизма состоит в следующем. Наука, в отличие от мистики, основана на экспериментах, которые ученый может воспроизвести в любом месте в любое время неограниченное число раз. Мистики же оперируют фактами, которые невозпроизводимы в таком же смысле. Но нетрудно понять, что в силу вероятностного характера принципа дополнителности мы и не должны требовать рациональности

от мистических явлений, на чем так настаивает наука, и их воспроизводимость вовсе не обязательна, так как в мистике, как и в квантовой механике, существенную роль играет наблюдатель и его психологическое состояние.

В этом случае наука должна отказаться от своих доспехов объективности, то есть идеи о том, что наилучший способ изучения природы - отстраненный аналитически-беспристрастный, и должна заменить его на холистическое участие (то есть действующее совместно с объектом). Важность такого сдвига подчеркивалась многими учеными. Во вселенной, в которой сознание физика влияет на реальность элементарной частицы, позиция доктора влияет на действие плацебо, сознание экспериментатора влияет на работу машины, а имагинальное может просочиться в физическую реальность, мы не можем более делать вид, что отделены от предмета изучения. В такой вселенной - вселенной, где все вещи находятся в непрерывном континууме, - строгая объективность невозможна.

Это особенно верно при изучении экстрасенсорных и духовных явлений, поэтому нам должно быть ясно, почему в некоторых исследующих это явление лабораториях достигают положительных результатов, в то время как в других опыты проваливаются. Действительно, некоторые исследователи паранормального уже отошли от «строго объективного» подхода и приняли подход холистический. Хотя такая практика сегодня может показаться необычной, она может стать стандартной, как только наука начнет проникать дальше в голографическую вселенную.

Вероятностное описание классического мира в квантовой механике возникает не потому, что мы что-то не знаем о системе, а потому, что у нее до измерения не существует каких-либо определенных характеристик. В системе существует суперпозиция возможных состояний, только одно из которых проявляется в эксперименте. Та же суперпозиция возможных состояний существует и в мистике. Поэтому каждый мистический опыт индивидуален, уникален, неповторяем.

Отметим, что парадокс Эйнштейна, Подольского, Розена (ЭПР) [97] означает отказ от здравого смысла и признание нефизических связей между физическими явлениями, похожими на потусторонние. Речь здесь идет о так называемых квантовых корреляциях. Нильс Бор в своем ответе ЭПР не опровергал и не анализировал здравый смысл, которым руководствовались ЭПР, а самого начала переправил всю проблему в потусторонний мир. Он сказал, что квантовую систему можно рассматривать в отношении к наблюдателю лишь как единое целое, а ставить вопросы о процессах внутри системы, которые приводят к результатам наблюдения системы как целого, бессмысленно. Эти процессы непознаваемы. Другими словами, квантовая система является вещью в себе и ее внутренние процессы являются для нас потусторонним миром. Здравый смысл выработан в рамках локального приближения, в рамках дискретного подхода. Но оставаясь в рамках локального приближения, нельзя в принципе согласовать квантовые корреляции со здравым смыслом. Здравый смысл базируется на дискретной, аристотелевой логике. Создание квантовой механики показало недостаточность локального приближения к описанию микроскопического мира и необходимость разработки так называемой «непрерывной логики». Природа квантовой корреляции неизвестна. Ее существование свидетельствует о наличии в природе такой связи между объектами, которая не может быть объяснена известными физическими факторами. Выяснение природы квантовой корреляции является проблемой «потустороннего», иррационального мира.

6.2.6 Трагедия Эйнштейна

В квантовой механике выполняется принцип суперпозиции - волновая функция A складывается из волновых функций взаимоисключающих событий (альтернатив). Пусть

между пучком электронов и фотопластинкой имеется экран с двумя отверстиями. Закроем заслонкой одно из отверстий. Тогда электрон идет обязательно через другое, и на его волновую функцию заслонка не влияет. Обозначим эту функцию через A_1 . Перенесем заслонку на другое отверстие и обозначим новую волновую функцию A_2 . Если оба отверстия открыты, волновая функция $A = A_1 + A_2$. Вероятность найти электрон в какой-либо точке фотопластинки будет

$$P = [A]^2 = [A_1 + A_2]^2 = A_1A_1^* + A_2A_2^* + (A_1A_2^* + A_2A_1^*)$$

Если в какой-либо точке A_1 и A_2 равны, то мы получим вероятность $P = 4[A_1]^2 = 4P_1$, а если они отличаются по знаку, то $P = 0$ – в эти места электроны не попадают. Если отверстия будут открыты попеременно, будут складываться вероятности, а не волновые функции. Соответствующая вероятность будет $P = A_1A_1^* + A_2A_2^* = P_1 + P_2$. Интерференция исчезнет, величины P_1 и P_2 положительные и друг друга не погашают. Таким образом, попытка уточнить траекторию частицы, отбирая случаи, когда она проходит через одно отверстие, уничтожает интерференцию. Так проявляется дополнительность пространственно-временного описания частицы и ее волновых свойств.

Слагаемые $A_1A_1^*$ и $A_2A_2^*$ характеризуют дискретность или рациональную (классическую) сторону действительности, а слагаемые в скобках $(A_1A_2^* + A_1^*A_2)$ характеризует непрерывность (целостность) или иррациональную сторону действительности.

Далее. В свое время Эйнштейн (1909 год) вывел формулу для флуктуаций энергии излучения $\langle e^2 \rangle$, где $\langle e^2 \rangle$ – среднее квадратическое значение флуктуаций энергии [98, с.174]. Если рассмотреть небольшую часть объема полости v , заполненной тепловым излучением с температурой T , ограниченное со всех сторон стенкой, задерживающей излучение всех частот, кроме частот интервала dv , можно записать эту формулу следующим образом: $\langle e^2 \rangle = [\hbar\nu r + (c^3/8\pi\nu^2)r^2]v dv$ (при условии, что спектральная функция r задается известным законом Планка). Аналогичное соотношение Эйнштейн получил в 1925 году и для газа из массивных частиц [98, с.496]. Выражение в квадратных скобках состоит из двух частей – корпускулярной и волновой. Корпускулярное слагаемое $\hbar\nu r$ характеризует дискретную, рациональную составляющую излучения (частиц), волновое же слагаемое $(c^3/8\pi\nu^2)r^2$ характеризует непрерывную, иррациональную составляющую излучения (частиц).

Трагедия выдающегося физика Альберта Эйнштейна состояла в том, что он так и не смог принять дихотомию мира, его деление на рациональный и иррациональный аспекты. Рационализм – наиболее характерная особенность мировоззрения Эйнштейна. Концепция онтологического рационализма, развиваемая Эйнштейном, – учение о рациональной структуре и гармонии мира. Природа, согласно Эйнштейну, представляет собой строго детерминированную систему, исключая элементы неопределенности и случайности. Исходя из подобного представления, восходящего к Спинозе, Эйнштейн полагал, что вероятностные законы квантовой механики свидетельствуют о ее неполноте. Иррациональную сторону действительности Эйнштейн отверг («Бог не играет в кости»). Особенно ярко это проявилось в работе Эйнштейна, Подольского, Розена (ЭПР) «*Можно ли считать квантово-механическое описание физической реальности полным?*» (1935 г.) [98, с.604]. Рационализм Эйнштейна нашел выражение и в его взглядах на идеал физической теории, который он мыслил как единую теорию геометризованного поля.

Констатирование того факта, что миру присуща не только рациональная, но и иррациональная составляющая, обязывает физиков признать, что существует иная, духовная реальность, лежащая за пределами вещного, объектного мира, дополнительная к нему и потому не поддающаяся разумному, рациональному осмыслению. Хорошим примером того, где человек соприкасается с этой реальностью, является наше интуитивное, творческое (но не логическое, аристотелианское) мышление, проявляющееся, например, в форме

«озарений». И в любой другой области, как было показано выше, мы можем найти феномены двойственности. В свете сказанного известные исследования феномена жизни после жизни (но уже в иной, иррациональной реальности), проведенные доктором Р. Моуди [98], выглядят не такими уж фантастическими. Поэтому физики должны отставить неуместный снобизм по отношению к мистике и религии и признать за ними равное право на свою истину. Лишь синтез рациональной и внерациональной форм познания мира может дать полное отображение действительности. Оба эти источника знания должны органически сочетаться и дополнять друг друга.

6.2.7 Человек и его психическая структура

В недавно возникшей (70-е - 80-е годы прошлого столетия) новой науке о человеке, соционике [78], мы также обнаруживаем деление соционических функций человека на рациональные и иррациональные. С точки зрения автора, такие фундаментальные соционические характеристики человека, как экстравертность - интровертность, логика - этика, интуиция - сенсорика, рациональность - иррациональность нужно сгруппировать следующим образом:

1. Экстравертность - интровертность
2. Логика - этика
3. Сенсорика - интуиция
4. Рациональность - иррациональность

Здесь с левой стороны расположены рациональные функции человека, а с правой стороны - его иррациональные функции.

Перечисленные выше попарные функции являются функциями - антагонистами в том смысле, что актуализация, доминирование в структуре личности одной из них подавляет проявления другой. (Сравните с соотношением неопределенностей Гейзенберга - точное знание координаты частицы ведет к потере знания об ее импульсе и наоборот). Эти функции являются дополнительными друг к другу в смысле принципа дополненности Бора. Например, пара логика - этика отражает классическую альтернативу «*трезвый рассудок, математика - испепеляющая страсть, любовь*». Пара интуиция - сенсорика характеризует альтернативу «*проникновение во внутреннюю суть людей и явлений, ощущение времени или наезд, подавление, экспансия, ощущение здесь и сейчас*». Далее, экстраверты обращены к внешнему, предметному, рациональному миру. Сознание интровертов, напротив, обращено к своему внутреннему, иррациональному миру, для него свои чувства и переживания важнее любых внешних, рациональных событий. Наконец, рациональные типы отличаются рационализмом, продуманностью, готовым мнением, логикой. Иррациональные же типы реагируют на воздействие извне творчески, на ходу приспособляясь к ситуации. Логика (рациональное) и творчество (иррациональное) - два дополняющих друг друга типа поведения человека.

Отметим, что любой акт творчества - это иррациональный феномен. Творчество - процесс созидательный, процесс становления. Оно всегда прирост, прибавление, создание нового, не бывшего в мире - ничто становится чем-то, небытие становится бытием. Творчество определяет вечный процесс созидания, оно имманентно свободе, так как реализует бытийный процесс. Свобода - результат творческого процесса как бытия. Свобода постижима только мистически, она невыразима, иррациональна, не соизмерима ни с какими нашими категориями. За этой чертой рациональный разум бессилён, так как не в состоянии выразить невыразимое. Остаются только мистические озарения, являющиеся основой

творчества. Именно поэтому современные компьютеры, построенные на ячейках с аристотелевой рациональной логикой «да» или «нет», способны только вычислять, но не творить. Они запрограммированы, но не свободны. Для имитации творчества компьютеры должны строиться на ячейках, в которых возможна и интерференция между «да» и «нет», то есть такие ячейки должны обладать квантовыми иррациональными свойствами. В квантовых компьютерах эту роль могут исполнить так называемые «кубиты» - двухуровневые атомные системы с возможностью суперпозиционных связей между различными состояниями системы.

Человек не может долго находиться в статичном, рациональном состоянии, иррациональная сторона человека постоянно подталкивает его к творчеству, ему интересны не достигнутые, статичные рубежи, а сам процесс их достижения, процесс становления нового. Ограничение человеческой свободы является нелегким испытанием для иррациональной стороны его натуры, поэтому и в условиях несвободы он ищет возможности для самовыражения. Клаустрофобия, боязнь замкнутого пространства, паника в этом состоянии статичности связана именно с иррациональной стороной человека, из которого он стремится вырваться всеми способами. В физике это аналогично следующему: электрон в атоме, двигаясь ускоренно, не излучает и не падает в результате на ядро. Соотношение неопределенностей между координатой и импульсом объясняет это обстоятельство. Падение электрона на ядро означало бы, очевидно, существенное уменьшение определенности его координаты: если до падения на ядро электрон локализован в пределах атома, то после падения на ядро электрон должен был бы локализоваться в области с меньшими линейными размерами. Согласно соотношению неопределенностей между координатой и импульсом, более сильная локализация микрообъекта в пространстве связана с «размытием» его импульса, поэтому при падении на ядро среднее значение импульса электрона должно возрасти, для чего требуется затрата энергии. Получается, что нужно усилие отнюдь не для того, чтобы «удержать» электрон от падения на ядро, а совсем наоборот - нужно усилие, чтобы «заставить» электрон локализоваться в пределах ядра. Аналогично, нужно усилие, чтобы заставить человека ограничить себя замкнутым, статичным, рациональным состоянием.

Таким образом, мы видим, что дополнительность рационального и иррационального аспектов природы ярко проявляется и в психике человека и обуславливает деление его на 16 психологических типов, открытых в свое время выдающимся психологом К.Г. Юнгом.[78]

Дополнительность рационального и иррационального четко проявляется и в устройстве человеческого мозга. Мозг состоит из двух полушарий, левого и правого, которые перекрестно связаны с правой и левой половинами тела. Нейронные связи между полушариями проходят через мозолистое тело и комиссуры. В нейрохирургической практике известен метод лечения, в частности, тяжелых эпилептических припадков, состоящий в рассечении мозолистого тела и комиссур, что прерывает прямые связи между полушариями. После такой операции у больных наблюдается необычная картина «двух сознаний». По лаконичной формулировке американского нейропсихолога К. Прибрама, результаты исследования таких больных, а также больных с различными поражениями левого и правого полушарий, можно резюмировать следующим образом: *«У правой левой полушарие обрабатывает информацию во многом подобно цифровой вычислительной машине, тогда как правое полушарие функционирует скорее по принципам оптических и голографических систем обработки данных»*. В частности, левое полушарие содержит генетически заданные механизмы усвоения естественного языка и, более общо, символизма, логики, «рацио»; правое, молчаливое полушарие ведает образами, целостным восприятием, интуицией. Функционирование человеческого сознания в норме постоянно обнаруживает это сочетание двух компонент, одна из которых может проявляться заметнее другой, и откры-

тие их физиологических носителей проливает свет на природу и типологию математических интеллектов и даже школ в проблеме оснований математики [70].

С точки зрения автора, иррациональное никогда не сможет быть воссоздано рациональными средствами. Никогда не будет построен компьютер, способный не только вычислять, но и творить. Никогда машина не станет обладателем души. Никогда человек рациональными средствами (разумом) не воссоздаст жизнь.

6.2.8 Дополнительность рационального и иррационального в истории философии

Предметом истории философии является система исторически возникающих и развивающихся фундаментальных идей относительно бытия человека в мире и культурно-организационные формы, которые объединяют эти идеи и их носителей. К таким формам принадлежат философские учения, школы, течения и направления. Самыми масштабными образованиями в историко-философском процессе выступают философские направления. Они охватывают целый ряд философских течений и существуют длительное время, переходя из эпохи в эпоху. Философские направления различаются тем, что каждое из них формируется и развивается под определяющим влиянием отдельного вида философского знания. Доминирующий вид такого знания дает наименование всему философскому направлению. Материализм, идеализм, сенсуализм, рационализм и иррационализм рассматриваются как основные направления философии. Мы заострим внимание только на двух последних направлениях - рационализме и иррационализме [8].

Проблема рационального и иррационального является одной из важнейших проблем философии с самого момента возникновения последней, ибо что есть философия, как не раздумье над устройством универсума и человека, погруженного в него: рациональны ли наши средства познания бытия или проникнуть в бытийственные глубины можно только с помощью интуиции, озарения и т.п.[85]. Если обратиться к истории Европы, к истории философии, то можно обнаружить, что рациональный и иррациональные этапы в ее развитии чередовались друг с другом. Доантичный (мифологический) период относился к иррациональному этапу, античный - к рациональному. Средние века (христианство) относятся к иррациональному этапу. После эпохи Возрождения опять начался рациональный этап в развитии Европы, продолжающийся и по настоящее время. В западном мире рационализм доведен до крайних своих проявлений, что может обернуться глобальной экологической катастрофой. Очевидно, что выход может быть найден только в сочетании (дополнительности) рационального и иррационального (назад, к природе) моментов в развитии человеческого сообщества.

Эпоха Просвещения (конец XV11 - XV111 в.) стала временем триумфа рационалистического миропонимания. В предшествующей истории известно немало попыток придать разуму особый статус, подчеркнуть его высокую значимость, указать присущие миру порядок и даже целесообразность, вызывающие представление о господстве разума в самом мироустройстве. Подобные рассуждения встречаются уже у античных философов Гераклита и Анаксагора. Однако это были лишь отдельные действия, направленные на возвышение мировоззренческо - смыслового статуса разума. Только в эпоху Просвещения отношение к разуму превращается в его своеобразный культ. Это незамедлительно находит отражение в философии, где разуму отводится основополагающая роль в поступках и социальных действиях людей. По аналогии с логическими связями формируется и образ мира. В нем утверждаются однолинейные причинно-следственные отношения между явлениями, а события разворачиваются по строго заданным и изначально определенным схемам.

Разум занимает в идеологии Просвещения место высшего судьи, выступает как высшая инстанция критического анализа. Сам же разум оказывается вне критики, поскольку над ним нет ничего, что могло бы подвергнуть его критической оценке. С точки зрения Просвещения разум является единым и универсальным, общим для всех людей, во все времена, поэтому культура, которая должна быть построена на принципах разума, представляется единственно возможной рациональной культурой. Все, что существовало до нее, есть лишь ложь и заблуждения, результат невежества или сознательного обмана.

Такой вариант рационализма нашел выражение в трудах французских просветителей Ж. Ламетри, К. Гельвеция и др. Он был продолжен и подхвачен сциентизмом (от лат. *scientia* - знание, наука), достаточно популярным в позапрошлом и прошлом веках течением. В глазах сторонников сциентизма естествознание оказалось подлинным эталоном познавательных и практических действий людей.

Первый сильный удар по просветительскому рационализму нанес Руссо, который явился весьма последовательным критиком многих тенденций и установок просветительского сознания. Вслед за Руссо с всесторонней критикой рационалистических идей эпохи Просвещения выступил выдающийся немецкий философ И. Кант. С точки зрения Канта, разум и нравственность противоположны друг другу. Истина и добро совместимы разве что в виде исключения. Опора только на разум ведет к аморальности. Не доводы разума, а веления совести должны направлять поступки человека - таков вывод Канта. Но можно ли было в его время практически преодолеть систему общественных отношений, которая объективно порождала разрыв между истиной и добром, разумом и моралью, и создать принципиально новую, в рамках которой человек мог бы пользоваться своим разумом не в ущерб другому человеку, где разум стал бы нравственным, а нравственность разумной. Теоретически это вполне возможно. Однако реальная практика общественных отношений ни в период жизни и деятельности философов просветителей, ни в настоящее время этого нигде не подтвердила. В США и сегодня в ходу поговорка: *«Если ты такой умный, то почему же ты бедный»*, которая наглядно демонстрирует, что в своем историческом споре с революционной идеологией французских философов-просветителей Кант был прав.

Выдвинутая просветителями рационалистическая теория непрерывного общественного прогресса получила отрицательную оценку многих представителей русской философской традиции. Русские мыслители А.С. Хомяков, И.В. Киреевский, К.С. Аксаков, Ф.М. Достоевский, Н.Н. Бердяев, С.Н. Булгаков, Н.А. Флоренский, С.Л. Франк, И.А. Ильин осмыслили опасность рационалистических притязаний на ускоренное преобразование социальной жизни, первыми ясно осознали всю катастрофичность попыток изменения человечества и человека посредством перевоссоздания «социальной среды» на основе заранее сконструированного умозрительного плана, проекта. Эти философы стремились к цельному знанию, понимали необходимость дополнения рационального познания внерациональным, сверхрациональным. Они полагали, что скрытые глубины бытия не могут быть постигнуты только лишь посредством сведения мира к логическим понятиям и теоретическим схемам. Обретение смысла бытия, про их мнению, скорее может быть достигнуто в символе, образе - посредством интуиции, внутреннего опыта, силы воображения, духовного просветления и мистического озарения.

В сущности русские мыслители поставили вопрос о нравственных «противовесах» и «ограничителях» умозрительно-рациональных проектов преобразования мира, о преодолении «хищническо-механических» устремлений набирающей силу техногенной цивилизации. Итог их критики - предупреждение об опасности безудержного технологического активизма (индустриальное насилие над природой) и революционистских социально-утопических экспериментов (политическое насилие над жизнью человека и общества), которое они завещали миру. В частности, русские «космисты», отстаивая идею мира как живого целого, подготовили почву для утверждения в науке чрезвычайно перспективной

и плодотворной гипотезы о самоорганизующемся космосе, выступающем не как мертвый механизм, а как целостная внутренне организованная система. В этом их заслуга.

Похоже, человечеству сейчас как раз необходим такой поворот в мировосприятии, предтечей которого явился русский космизм. Пришло время рассматривать нашу планету не как «мастерскую», а как единый одушевленный организм. Также и общество нужно рассматривать не технократически, как «мегамашину», управляемую из одного центра, а органическую целостность, произвольно-внешностные манипуляции с которой вредны и губительны. Только при таком походе к миру можно нащупать новые горизонты бытия и утвердить новые принципы жизнестроения, обеспечивающие необходимые условия выживания человечества.

Одним из достоинств русской философии является то, что она, развиваясь в рамках традиции европейского рационализма, обнаруживает его ограниченность, открывает новые пути философствования, новые мировоззренческие парадигмы.

Рационализм европейского философствования, апеллирующий к научному знанию и рассматривающий науку в качестве высшей формы рациональности, все больше и больше наталкивался на серьезные препятствия в своем развитии. Целый ряд жизненных явлений не поддавался рационализации такого рода, не укладывался в строгие рациональные схемы, модели, образцы. Внерациональное, эмоциональное, бессознательное философия рационализма как бы игнорировала, не принимала во внимание, считала незначительным и «несерьезным».

Еще в середине XIX в. И. Кириевский и А. Хомяков высказали догадку о том, что истина целостна, и открыться она может только цельному человеку. Оба философа хорошо знали немецкую классическую философию, особенно Гегеля, но, будучи знатоками этой великой системы, они увидели и ее ограниченность: рационализм представляет собой результат рассечения единой жизни духа, он выводит интеллект из целостного контекста сознания. В результате этого становится очевидно, что отвлеченный разум не способен постичь целостность постигаемой сущности, потому что сущность как целое оказывается неподвластна сугубо рационалистическому инструментарию. Новый рационализм, представленный в русской философии, являет собой синтез чувственного опыта, рационального мышления, эстетического созерцания, нравственного осмысления и религиозного «откровения», призванный постичь истинное бытие мира. С тех пор прошло около 150 лет, и интеллектуальный мир, пережив за это время опьянение верой в безграничные возможности науки, сегодня вынужден согласиться с тем, что наряду с рациональностью науки существует в качестве равноправных духовных феноменов рациональность мифа, религии, нравственности, искусства и другие типы рациональности. Истина - правда постигается «сердцем». Познание - это не только рефлексия человека над миром, но и растворение его в этом мире, слияние с ним. Познание в русской философии есть переживание бытия как своей личной судьбы. В «сердце» заключен мотив познания, «сердце» - это второй ум, который глубже первичного ума. Чтобы стимулировать познание-исследование, необходимо прежде всего пробудить тот или иной мотив, вызвать соответствующий интерес, почувствовать нечто глубинное, скрытое от человека повседневностью.

Русский философ В.С. Соловьев (1853-1900) считал, что истинное знание является результатом синтеза эмпирического, рационального и мистического познания в их взаимосвязи, где рациональная форма, не теряя свои возможности, обогащается привнесением «жизненного начала». Новая философия должна соединить восточное понимание и западное знание. Она должна осуществить синтез философии, науки и религии и обеспечить смысл жизни человека.

Расчищая пути к будущему «цельному мировоззрению», русский мыслитель П.А. Флоренский (1882-1937) полагал, что оно должно синтезировать веру и разум, интуицию и рассудок, богословие и философию, искусство и науку. Уже в XX в. рационализм стал

причиной новой интеллектуальной метаморфозы, итогом которой явился технократизм. Технократизм абсолютизирует значение в жизни общества не только науки, но и техники. Он отводит особую роль в принятии социальных решений и их исполнении различным рода специалистам. Это направление, возникшее на базе широкого понимания рационализма, весьма способствовало философскому обоснованию новоевропейской цивилизации, которая по своей внутренней сущности является техногенным обществом. Ее главная цель - взять под полный сознательный контроль все социальные процессы - экономику, политику, науку, правопорядок и т.д. Однако этот идеал оказался недостижимым в принципе. Более того, со временем выяснилось, что к нему не нужно и стремиться. Последующее развитие философии и науки убедительно доказало способность природных и социальных систем к самоорганизации. Оптимальным оказывается такое управление социоприродными комплексами, которое высвобождает внутренние резервы систем и сочетается с законами их самоорганизации.

Своеобразной реакцией на безмерное возвеличивание роли разума стал иррационализм - особый вид философского знания, положивший начало и соответствующему направлению. Иррациональные воззрения давно встречались в философских учениях. Им принадлежит видное место в различных религиозно-философских доктринах, где они обычно выступают в форме мистицизма. Но особенно благодатные для развития иррациональных воззрений социальные и духовно-культурные факторы сложились к середине XIX века. Именно тогда Ф. Шеллинг разрабатывает свою «философию откровения», именно в то время выдвигаются основополагающие идеи философии жизни (Ф. Ницше, В. Дильтей, Г. Зиммель, А. Бергсон). Спекулятивные рассуждения классической философии, выпадение из поля зрения рационализма проблемы индивидуального бытия личности, неспособность его сторонников постичь и описать повседневный мир стали причиной колоссального духовного напряжения в обществе, вызвавшего мощный выброс интеллектуальной энергии, продукты которого образовали целое созвездие взглядов на природу и содержание иррациональных феноменов. Философы вдруг начали проявлять живой интерес к различным внерациональным способам освоения действительности: воле, чувствам, подсознанию, интуиции. Происходит пересмотр роли и места разума в жизнедеятельности людей. Датский философ С. Кьеркегор решительно отвергает гегелевский способ рассмотрения всего сущего сквозь призму логических отношений. С едкой иронией он замечает, что Гегель обломал с дерева жизни сухую ветку вместе с гнездом истлевшего на ней Бога. Философами предпринимаются попытки найти ту интеллектуальную нишу, в пределах которой и должна существовать наука. Немецкий мыслитель Вильгельм Дильтей (1833-1911) производит сравнительный анализ естественнонаучного и гуманитарного познания. Науки о духе, подчеркивает он, ставят перед собой цель выразить индивидуальное, уникальное, неповторимое, а не отыскать универсальное, что характерно для точных, естественных наук (мы это тоже отмечали выше, говоря о невоспроизводимости мистических событий). Хотя обе эти сферы познания пользуются понятиями, но эти понятия существенным образом отличаются друг от друга. Понятия естественных наук - это результат выявления универсальных, постоянно действующих и повторяющихся, главным образом причинно-следственных связей. Понятия наук о духе только выражают некоторую систему связей, которая всякий раз не только оказывается уникальной, но и переживается самим познающим субъектом. Таким образом, понятия наук о духе не являются итогом чисто логических операций и не фиксируют законы, они есть выражение самой жизни. Понятия наук о духе не являются результатом деятельности разума, в них зафиксированы смыслы и значения, возникшие как итог переживания субъектом самой жизни. Устойчивые смыслы и значения, которыми оперируют науки о духе, не могут быть объяснены разумом с помощью логических операций. Они могут быть только со-пережиты, т.е. поняты. И здесь В. Дильтей обращает внимание еще на одно отличие двух сфер познания. Точные науки

ориентированы на «объяснение» внешнего опыта с помощью конструирующей деятельности рассудка, науки о духе ориентированы на понимание - на определение смыслов и значений, на интуитивное постижение жизни.

Продолжая сравнение этих двух видов познания, немецкий мыслитель отмечает, что в рамках естествознания познающий субъект пытается максимально дистанцироваться от внешнего мира, от объекта познания, чтобы получить объективную, достоверную информацию. В гуманитарном познании происходит «погружения» субъекта в объект, будь то исторический процесс, художественное произведение, философская концепция и т.д. Субъект здесь является творцом познаваемого объекта, поскольку нельзя провести границу между актом переживания и тем, что переживается. Подчеркнем, что свои выводы Вильгельм Дильтей сделал еще до создания квантовой механики. Сравните указанную ситуацию с классической и квантовой механикой. В классической механике наблюдатель не оказывает влияние на наблюдаемый объект, дистанцирован от него. В квантовой же механике наблюдатель и объект наблюдения принципиально не делимы друг от друга, составляют одно целое, «запутываются», описываются одной волновой функцией (вектором состояния).

По мнению Дильтея, жизненный опыт, который стремятся постичь науки о духе, далеко выходит за границы разума, он иррационален. Жизнь вообще нельзя поставить перед судом разума, поскольку она изменчива, текуча, она - творческий процесс, процесс становления. Не помогает здесь и знаменитая гегелевская диалектика. От себя добавим, что сам факт появления жизни на Земле иррационален, жизнь никогда не будет понята и создана искусственно рациональным разумом. Все такие попытки заранее обречены на неудачу.

В истории философии выделяются три уникальных формы развития философского знания - западная, восточная и русская, которые связаны с тремя соответствующими вариантами эволюции человечества. Акцент духовного поиска Запада - в сторону поиска абсолютной истины, России - в сторону поиска абсолютного добра, а Востока - в сторону поиска абсолютного смысла Вечности, слияния с вечностью. Но русская философия «серебряного (XIX) века» не редуцируема ни к философским течениям Запада, ни к философии Востока. Только русские философы сумели избежать одностороннего рационализма и эгоистического антропоцентризма западной мысли, но они не пошли и по пути растворения личности в мировом универсуме, проложенном восточной философией. Они осуществили синтез столь различных традиций Запада и Востока, выработали совершенно новое воззрение на действительность, ядро которого образует представление о двуединстве человека и природы, разума и жизни, ими проведена мысль о том, что только при совместном действии «ума» и «сердца» жизнь обретает смысл. Центральным положением русской философии выступает мысль о необходимости дополнить рациональное постижение мира внерациональным и сверхрациональным. Западный индивидуализм атомизирует общество, которое для своего самосохранения вынуждено создавать институт права. Человек здесь как активный субъект действия противопоставляется природе, которая мыслится в качестве пассивного объекта практики (сравните с классической механикой в физике). В восточной философии человек, напротив, лишается своей индивидуальности и предстает неким частным проявлением и своеобразной локальной флуктуацией безличного универсума. Это умаляет самостоятельность личности и отнимает у нее инициативу (сравните с волновым аспектом частиц в квантовой механике, их бозонность и неразличимость). Разработанное же русскими философами учение о всеединстве обосновывает органическую связь человека с остальным миром. Но человек сохраняет при этом самостоятельность и обладает способностью совершать творческие действия, обустривая природу и преобразя себя (сравните с принципом дополнительности Нильса Бора корпускулярных и волновых аспектов частиц в квантовой механике).

6.2.9 Рациональное и иррациональное у Канта и Беркли

Родоначальник немецкой классической философии, ученый и философ Иммануил Кант (1724-1804) близко подошел к пониманию дополнительности между рациональными и иррациональными аспектами действительности в природе. В своем фундаментальном сочинении «Критика чистого разума» Кант утверждает следующее: чтобы ответить на вопрос: «Как возможна наука?», необходимо представлять весь процесс познания, не ограничиваясь лишь формами содержания и рассудка. Согласно Канту, вне человека существуют «вещи сами по себе» (иррациональное, их ошибочно называют «вещами в себе»). Действуя на органы чувств, они порождают многообразие ощущений и приобретают характер восприятий. Деятельность рассудка (рациональное) придает им всеобщий, необходимый характер. Лишь таким путем вещи сами по себе становятся достоянием субъекта и его мышления. Но чтобы нечто было познано, оно еще должно быть помыслено.

Научно-теоретическое познание имеет дело с мыслимыми предметами. Мыслимые и познаваемые вещи - это, с точки зрения Канта, феномены или явления (т.е. рациональное). За явлениями стоят «вещи сами по себе», как они есть, или ноумены (иррациональное). Наукой познаются лишь феномены, а не ноумены, поскольку вещь сама по себе во всей своей полноте не может быть представлена в рациональном сознании. Теоретическое познание вещи самой по себе, вне конструктивной деятельности продуктивного воображения, невозможно. По Канту, вещь сама по себе в своей сути непознаваема принципиально, т.е. она не может быть представлена в сознании в полном объеме. Мы познаем феномены, а не ноумены. Феноменальное знание есть знание научное, логическое, теоретическое. Это знание не обо всех, а лишь о самых существенных чертах, об общих закономерностях. Дальше этого наука идти не в состоянии. Вещи сами по себе остаются вне пределов ее досягаемости. Под вещами Кант понимал не только обычные вещи, но и мир в целом. Мир в целом непознаваем средствами науки - как и Бог, душа, свобода, принадлежащие внутреннему миру личности и изучаемые философией. Реалии такого рода (Бог, душа, свобода) и являются у Канта ноуменами в точном теоретическом смысле понятия. Их нельзя представить в виде рефлексивно контролируемых, полностью прозрачных для самосознания «идеальных» предметов, подобных концептуальным моделям и конструкциям точных наук. Любой сдвиг границы человеческого опыта не может привести к исчерпывающему поглощению «вещи самой по себе». В исторических условиях своего времени Кантово проведение принципиальной грани между феноменами (явлениями) и ноуменами (сущностью) было направлено прежде всего против рационалистической утопии Просвещения, содержащей идею полного освещения действительности в «конечном» человеческом рассудке (как и нынешняя рационализированная наука, в частности физика, претендующая на полное постижение действительности путем создания окончательной теории всего).

Далее Кант поставил диалектическую проблему: противоречие - неизбежный элемент нашего мышления. Например, идеи, которые, по Канту, сосуществуют на равных основаниях: 1) Тезис: в мире существует причинность через свободу. Антитезис: никакой свободы нет, все совершается по законам природы; или 2) Тезис: в ряду мировых причин есть некая необходимая сущность. Антитезис: в этом ряду нет ничего необходимого, все в нем случайно.

Указанные антиномии являются для Канта наиболее важными. Именно антиномии, и в частности, проблема свободы, подвигли Канта на критику рационального разума. Во всех положениях одного из основных трудов Канта «Критика чистого разума» просвещивает важная для Канта проблема - как возможна свобода человека. Свобода есть, но где она? В мире явлений (рациональном мире) мы ее не обнаруживаем, там господствует жесткая детерминация, человек свободен только в мире вещей самих по себе (иррациональном мире). Человек живет в двух мирах. С одной стороны он феномен, с другой

ноумен, существо сверхчувственное, подчиненное идеалу. У человека два характера: эмпирический, привитый окружением, и ноуменальный, интеллигибельный, как бы присутствующий ему изнутри. В поведении человека реализуется связь между двумя характерами. На этом основана вменяемость человека, его ответственность. Человек, по Канту, свободен, так как он является жителем умопостигаемого мира, в котором нет жесткого сцепления причин и следствий, там возможна причинность особого рода - «через свободу», которая только и делает человека моральным существом. Что касается Бога, то и его можно обнаружить только в ноуменальном (иррациональном) мире. Но о последнем мы ничего не можем знать разумом. По Канту, Бог не нужен, чтобы объяснять явления природы, но когда речь заходит о поведении человека, тут идея высшего существа необходима. Если знание о Боге невозможно, в него остается только верить. Суждения веры обоснованы только субъективной стороной, а знания нуждаются еще и в объективном обосновании. Кант устраняет знание из областей, ему не принадлежащих. Он ограждает его от веры и тем самым сохраняет его в чистоте и силе. Суть идеи Канта такова: знание выше веры, но это не относится к моральной вере (это высший вид веры, предполагающий не рассуждения о Боге, а способность человека быть добрым существом), которую нельзя сопоставить со знанием и которая реализуется в поведении.

В следующем своем труде «Критика практического разума», Кант переходит к так называемому практическому разуму, к рассмотрению способности человека к моральному действию в области ноуменов (т.е. в иррациональной области), недоступному чистому разуму и формулирует так называемый категорический императив, который в разных формулировках звучит так: *«Поступай так, чтобы максима твоей воли могла стать и принципом всеобщего законодательства»* или же *«Поступай так, чтобы человечество и в твоём лице, и в лице всякого другого всегда рассматривалась тобою как цель и никогда только как средство»*. Несомненно близость этой формулировки к словам из Евангелия: *«Не сотвори другому того, чего себе не желаешь»*.

Джордж Беркли (1685-1753) родился в Ирландии, окончил университет в Дублине. Был посвящен в духовный сан епископа англиканской церкви. Опубликовал ряд философских сочинений, направленных против материализма и атеизма. Отталкиваясь от крайнего номинализма, отвергавшего объективность общего в единичных вещах, Беркли выступил с отрицанием реальности универсалий и самой возможности абстрактных понятий и прежде всего понятия «материя», обнаружил тенденцию к сведению всего многообразия предметов и явлений мира к совокупности психических состояний субъекта. Беркли сенсуалист. Он утверждает, что чувственное восприятие выступает как единственное свидетельство существования предмета - лишь то, что мы чувственно воспринимаем, действительно существует, чувственное восприятие - это граница бытия. Беркли утверждал, что то, что невозможно чувственно воспринять, вообще не существует, вещи суть комплексы ощущений. Отсюда следует упразднение понятия материи как вещественной основы тел, *«как наиболее абстрактной и непонятной из всех идей»*.

По Беркли, существует лишь то, что я чувственно воспринимаю, и оно существует именно так, как я это воспринимаю. Существует то, что я вижу, провозглашает Беркли, утверждая себя в качестве центра Вселенной. Мир существует ровно столько, сколько существует людей, и в центре каждого из них оказывается воспринимающий этот мир и творящий его субъект.

Беркли, однако, стремится избежать обвинений солипсизме, т.е. признания единственной реальностью только «философствующего индивида». Он утверждает, что тот факт, что материальные объекты существуют, только будучи воспринимаемыми, вовсе не означает, что эти объекты имеют скачкообразное бытие: внезапно возникают в момент восприятия и тут же исчезают, как только выпадают из поля зрения воспринимающего субъекта. Нет, говорит Беркли, мир не перестает непрерывно существовать, поскольку в нем

существует не один, а много воспринимающих субъектов. То, чего в данное время не воспринимает один человек, вполне может быть воспринимается другими людьми. Более того, Беркли утверждает, что вещи не могут исчезнуть, если исчезнут даже все субъекты, потому что вещи останутся существовать как совокупность «идей» Бога. Бог является конечной гарантией непрерывного существования мира. Благодаря его бдению существует все на свете: и деревья и скалы и камни, причем существуют непрерывно, как того требует здравый смысл. По его мнению, это обстоятельство является веским аргументом в пользу существования Бога.

Субъективный идеализм Беркли была воспринят современными ему мыслителями как парадокс и оригинальничанье. Но он сыграл свою роль в истории философии, заострив внимание философов на чувственном восприятии.

Самым любопытным является то, что современная квантовая механика по сути дела возродила и подтвердила «берклианство». Квантовая механика поразительным образом демонстрирует (прежде всего, конечно, убежденным материалистам), что в определенном смысле епископ Беркли оказался совершенно прав. Конкретные значения многих характеристик частиц определяются только в моменты наблюдения; до наблюдения их, т.е. характеристик, вопреки диалектическому и прочему материалистическому фундаментализму объективно просто нет.

В 1935 году Эйнштейн и два его сотрудника опубликовали статью [33], которой надеялись опровергнуть детище Бора-Гейзенберга-Шредингера, т.е. квантовую механику. Суть этого парадокса можно передать следующим образом: если две частицы взаимодействовали между собой, между ними образуется так называемое «зацепленное», т.е. скоррелированное состояние с общими суммарными характеристиками - импульсом, спином и др. После этого частицы разлетаются на любое мыслимое расстояние, в пределе равное самой Вселенной. Если измерить состояние одной из них, допустим, при суммарном спине, равным нулю, спин одной будет равняться минус единице, то спин другой в то же самое время принимает значение плюс единица. Поскольку частицы в микромире имеют свойство распадаться и взаимопревращаться самым различным образом, ограниченным только законами сохранения, то в процессе дальнейших взаимодействий суммарные характеристики у них все равно должны оставаться общими. Вроде бы ничего парадоксального в этом нет. Но экспериментатор, поймавший вторую частицу, совершенно не обязан обнаруживать, что ее характеристики скоррелированы с определенными до этого характеристиками первой частицы, однако именно это он всегда и обнаруживает. Эйнштейн считал, что подобное дальное действие в микромире невозможно, и квантовая механика как минимум чего-то не учитывает. Однако проведенные в 1980-е годы Аспектом и др. эксперименты показали, что частицы действительно реагируют на измерения друг друга со скоростью, превышающей скорость света. Для многих такие результаты оказались неожиданными, но, тем не менее, факт остался фактом: частицы, хотя бы раз вступившие во взаимодействие между собой, «чувствуют» друг друга, «запутываются» между собой. **(Именно в силу этого обстоятельства экстрасенсы всегда просят вещи, контактировавшие с предметом поиска).**

Согласно современной интерпретации квантовой механики, внешний мир существует потому, что он постоянно «наблюдается» посредством взаимодействий наблюдателя с наблюдаемым, причем в качестве «наблюдателя» может выступать весь окружающий мир. Если убрать вокруг наблюдаемого объекта внешний мир, то объект «расплывется» по всем состояниям суперпозиции. На вопрос Эйнштейна, существует ли Луна, если он на нее не смотрит, можно ответить утвердительно лишь постольку, поскольку вокруг Луны существуют другие объекты, другие «наблюдатели», взаимодействующие с Луной. Если бы этого не происходило, то Луна, как единичный объект, ничем не окруженный и ни с чем не взаимодействующий, находилась бы в состоянии суперпозиции, т.е. в «расплывшемся»

состоянии.

«Если я не смотрю на Солнце, оно что, перестает существовать? Да, если никто-никто не "смотрит" на Солнце и ни один объект вокруг (включая астероиды, другие звезды, пыль, атомы и т.д.) с ним не взаимодействует и не записывает в своей структуре информацию о нем, то Солнце перестает существовать как локальный классический объект и переходит в чисто-квантовое (непроявленное, нелокальное, суперпозиционное) состояние. Однако, поскольку наблюдающих подсистем вокруг великое множество, Солнце выступает перед нами как локальный классический объект. Другие объекты внешнего мира уже осуществили декогеренцию и перевели объект под названием "Солнце" в локальное состояние. При этом каждый из объектов "видит" в другом лишь те компоненты, взаимодействие с которыми у него было достаточно сильным для фик-сации состояния. Можно сказать, каждый из существующих объектов вносит свой вклад в формирование реальности. И если таких объектов достаточно много, реальность вокруг предстает как "объективная" и не зависящая от нас. В этом случае возникает иллюзия объективности мира и существования у него Истории.>> [91].

Такова новейшая современная интерпретация квантовой теории.

Таким образом, субъективный идеалист епископ Беркли еще триста лет тому назад предвосхитил идейную основу современной квантовой теории.

6.2.10 Человек и техногенное общество

Представители иррационализма одними из первых заметили, что цивилизация, которая стремится все подчинить логически выверенным схемам и не доверяет естественному ходу истории, игнорирует чувства, волю и природные инстинкты людей, рано или поздно попадает в свой собственный капкан. Нет сомнений, что разум открывает перед нами широкий выход в мир, создает большие возможности для его освоения. Но он лишь часть нашей духовной вселенной. Существуют еще и другие, внерациональные пути освоения действительности.

Человек сумел поставить себе на службу мощные силы природы - и в результате создал угрозу собственной жизни. Он проник в глубочайшие тайны мироздания для того, чтобы породить оружие вселенского уничтожения. Он сотворил несметные материальные и духовные богатства, но сотни миллионов людей живут в нищете и невежестве, а миллионы других мучаются от пустоты и бессмысленности жизни. Он придумал превос-ходные планы общественных преобразований, но, осуществляя их, столкнулся с результатами, прямо противоположные тем, к которым стремился. Таким образом, у нас сейчас есть все основания утверждать, что рационалистическая система ценностей, со становлением и развитием которой связаны величайшие достижения западноевропейской цивилизации, к концу XX столетия оказалась исчерпанной. Обнаружилось, что рационалистический подход к действительности содержит в себе, наряду с созидательным, разрушительное, деструктивное начало. В чем же дело? Почему рационализм оказался столь противоречивым и неоднозначным явлением? Дело в том, что рациональное сознание - сознание преобразующее. Его целью является не приспособление к окружающему миру, а изменение, ускоренное преобразование объектов. Вместе с тем это сознание очень редко поднимается до такого уровня развития или глубины проникновения в сущность вещей, чтобы просчитать и предвидеть все последствия своего преобразующего вмешательства в природную и социальную среду. В результате процесс преобразований зачастую осуществляется вопреки природе объектов, внутренней логике их бытия. В практике общественной жизни рациональное сознание оборачивается огрублением, унификацией, сведением сложных социальных процессов к абстрактным сущностям, стремлением вогнать жизнь людей в опреде-

ленную формулу, уравнение. Рациональная практика по отношению к природе обернулась опасностью глобальной экологической катастрофы, а по отношению к общественной жизни - постоянно вос-производящейся тенденцией насилия над личностью, формирования тоталитарных режимов. Новое направление, гуманистическая рациональность, исключает какие бы то ни было попытки раз и навсегда все предусмотреть и разумно устроить. Постигание действительности понимается ею как бесконечно "ветвящийся" многовариантный и дивергентный процесс (сравните с квантовой механикой, в частности, с фейнмановскими интегралами по траекториям или, например, с мирами Эверетта), характеризующийся необратимостью и непредсказуемостью последствий всякого человеческого выбора и поступка. В этом случае рациональность (как и разум в целом) становится средством осознания изначальной ответственности человека за свои поступки, рациональность и ответственность как бы меняются местами? Ответственность становится первичной по отношению к рациональности. Это означает попытку установить пределы вмешательства человека в естественную динамику природы, общества, культуры, поставить наряду с вопросами «как?» и «почему?» телеологический вопрос «зачем?»». Теперь, в начале XXI века, перед человечеством со всей остротой встала грандиозная по своим масштабам задача - сформировать целостное мировоззрение, в фундаменте которого будет лежать как рационально-научное, так и внерациональное (включая и образное) восприятие действительности, выработать цельное знание, где «мир», «космос», «человек» воспринимались бы как органическая живая целостность. Поэтому гуманистическая рациональность только в том случае будет соответствовать современным потребностям, если она сможет вобрать в себя и другие, внерациональные формы освоения мира, признать их разнообразие и равноправие, перейти от рациональной к рационально-образной картине мира. В наше время лишь синтез «философии разума» и «философии сердца» может дать достойное человека отображение мира в его сознании, стать надежной основой для поведения. Как у гармонически развитых людей рациональное и внелогическое восприятие реальности находятся в известном равновесии, так и в человеческом познании в целом оба эти источника знания должны органически сочетаться и дополнять друг друга.

Следует подчеркнуть, что некоторые предпосылки формирования техногенной цивилизации имели место и в достижениях культуры античности и средневековья. Но действительный «смысловой код» техногенной цивилизации сформировался именно в эпоху Возрождения. В эту эпоху начинает пробивать себе дорогу эгоистический антропоцентризм в понимании окружающей действительности, ставящий человека в центр мироздания, объявляющий его «царем природы», «венцом творения», «покорителем вселенной».

Популярный в СССР 30-х годов лозунг о том, что мы не можем ждать милостей от природы, а должны взять ее богатства, - прямой результат того направления человеческой мысли и общества, социально-психологического и философского отношения к окружающему миру, которое начало стремительное шествие по Европе в эпоху Возрождения. Только во второй половине XX века мы по настоящему осознали, как опасны возрастающее самомнение человека, его рациональная гордыня. И это самомнение, преклонение перед разумом не убывает, а растет по мере роста могущества машин.

Возьмите, например, учебники по естественным наукам, в том числе и по физике. Какой пафос определяет их стилистику, а отчасти и методику подачи материала в них? В основном - восторг перед разумом человека, сумевшего проникнуть в тайны природы и покорить ее. Зато совсем отсутствует восторг перед гармонией, красотой природы, на фоне которых достижения человеческого разума - ничтожная малость, т.е. человек с малых лет воспитывается в сознании своего могущества и исключительности. Неудивительно, что экологические проблемы чаще всего рассматриваются с точки зрения угрозы нашему существованию, а не с точки зрения отношения к живой природе.

А социальные проблемы? Ряд особенностей тоталитарных режимов, в том числе и

того, который возник в СССР, своим происхождением обязаны идее возможности и необходимости разумного управления социальными процессами, стремлению рационально перестроить социальную жизнь, подчинить движение общества заранее заданной «разумной» цели. В этой связи вспомним также о генной инженерии, клонировании живого, в том числе и человека. Что ждет нас в этом случае?

Опыт истории свидетельствует о том, что все крупномасштабные попытки волевого «разумного», «рационального» преобразования социального мира заканчивались трагически: достигнутые результаты всегда были противоположны целям.

Сегодня в современной западной философии наблюдается уход от рационализма. Повсеместно ставится под сомнение просвещенческий лозунг победы разума над косностью природы и несовершенством общества. Почти безраздельное господство в классической философии рационалистических представлений сменяется признанием равного права на свою истину и у художественного образа, и у мифологического описания, и у религиозного символа. Отвлеченное мышление утрачивает былую привлекательность. Прежние ценности кажутся уж слишком далекими от повседневных забот и безжизненными. Философия делает поворот к конкретной проблематике человеческого бытия. Истины разума при этом не отрицаются, но им отводится более скромное место. В совершенно ином свете предстают и проблемы науки и техники. Эти феномены рассматриваются сейчас не обособленно, как нечто самодостаточное для понимания мира и его обустройства, а в контексте многоплановой человеческой деятельности. Подвергается сомнению взгляд, согласно которому естественнонаучные знания являются непререкаемым эталоном постижения действительности.

Анализ новейшей западной философии позволяет сделать вывод о существенной смене ее базовых представлений и выделить наиболее характерные ее черты: 1) решительный поворот к проблеме человека и его ценностей; 2) активное исследование внерациональных форм духовного освоения мира.

Сейчас становятся необходимыми и неизбежными определенные ограничения некоторых видов человеческой деятельности, потенциально содержащих в себе опасность катастрофических последствий. Нужна также и новая сознательность, назначение которой будет состоять в том, чтобы вовремя подключить волю и разум к стихийному органическому процессу развития мира, не ломая этот процесс, помогая ему устранять преграды на своем пути, препятствуя деструктивным устремлениям отдельных лиц и групп и т.д. При такой сознательности каждое новое решение будет определяться реальной ситуацией, а точнее тем, что из этой ситуации можно извлечь для человека - для его выживания, здоровья и счастья. Только с учетом этих важнейших ценностных установок должен осуществляться поиск мировоззренческих ориентиров.

Сегодня, когда человечество вплотную подошло к возможности разного рода катастроф (антропологической, демографической, экологической и т.д.), когда предельно ясны все страшные последствия утопических претензий на тоталитарное управление социальными процессами, судьба гуманистического идеала связана с отказом от идеи овладения, подавления и господства. Гуманистическому измерению сегодня соответствует не идеал антропоцентризма (человек - царь природы, венец творения и т.д.) и социоцентризма (установка на отрыв социума от космоса, на разрушение целостности бытия, принижение и омертвление природы), а осознание того, что человек - союзник природы, ее собеседник, со-творец. Этот идеал представляет собой совместную эволюцию человека и окружающей его природной и социальной среды, установление равноправно-партнерских отношений с тем, что находится вне человека: с природными и социальными процессами, с другим человеком, с ценностями иной культуры и т.д.

6.2.11 Заключение

Таким образом, найденный здесь нами обобщенный принцип дополнительности Бора (**дополнительность между рациональной и иррациональной сторонами действительности и ее познания**), сформулированный в свое время только в области физики, но в действительности в скрытой форме красной нитью проходящий через всю историю философии, является:

1. Законом природы, общефилософским принципом, наряду с другими философскими принципами, такими, например, как принцип материальности, принцип конкретности истины и многими другими
2. Доказательством реальности иного, «потустороннего», иррационального, не вещного (духовного) мира, существующего наряду и в неразрывном единстве с видимым, рациональным, вещным миром, составляющим лишь часть более общей картины.

Обобщенный принцип дополнительности примиряет науку и религию, но не религию суеверий, а религию Нового Завета, религию духа, религию Шеллинга, Шопенгауэра и Канта, религию Толстого и Достоевского, Соловьева и Флоренского и многих других мыслителей.

Это оправдывает религию в глазах науки. *«Вера и разум - это как бы два крыла, на которых человеческий дух возносится к созерцанию истины»* [99]. Оба пути - научный (рациональный) и религиозный, мистический (иррациональный) не должны противопоставляться. Напротив, эти два способа познания мира ведут к полноте истины. Единство истины является основным постулатом человеческого разума, выраженном в принципе дополнительности рационального и иррационального аспектов при познании природы.

«Рациональное и иррациональное в их взаимозависимости и противоборстве не только не исключают друг друга, но и необходимейшим образом дополняют друг друга. Это категории, одинаково важные и значимые для философского исследования основ бытия и сознания» [85].

Любая система в своём идеале должна сочетать рациональное и иррациональное начала в виде органического единства. Духовная целостность предполагает гармонию и универсализм. Вне рациональной организации бытия человек обречен на недостойное, убогое существование. Вне иррациональных ценностей его жизнь теряет смысл. История государств и наций, отрицающих рациональные основы экономики, политики и права, полна драматических событий. Но, одновременно, и всеобщая, тотальная рационализация, в конце концов, приводит к аморализму, культурной деградации, духовной нищете, словом, к вырождению. Думается, что будущее человечества во многом зависит и от того, насколько будут преодолены эти крайности и насколько, в дальнейшем, удастся сформировать органическое единство рационализма и иррационализма.

6.2.12 Послесловие

Я думаю, что именно наука, как это ни парадоксально, достигнув в ходе исследования непреодолимых границ, предоставит нам доказательства трансцендентальной основы всего сущего.

N.N.

В последние несколько лет в понимании квантовой теории произошла революция. Полуклассическая копенгагенская интерпретация квантовой механики, подразумевающая обязательное наличие классического наблюдателя (измерительного прибора) уступила место чисто квантовому подходу, в котором уже не осталось места этому классическому «пережитку». В результате, квантовый подход к окружающей реальности стал самодостаточной согласованной теорией, построенной из единых общих принципов, логично включающий в себя классическую физику, как частный случай квантового описания.

Квантовая теория в широком смысле - это уже не теория «конкретных квантово-механических объектов» типа микрочастиц, к которым она, якобы, только и должна применяться. Это наиболее общая теория для любых объектов, это новый концептуальный подход к объяснению реальности, качественно отличный от «локальной объективной теории» прошлого. Это становится возможным потому, что физические характеристики объектов не являются исходными понятиями квантовой механики. Она строится по совершенно другому принципу, и основным исходным понятием в ней становится понятие состояния объекта. Такой подход может быть применен как к физическим объектам, так и к тем объектам, которые принято считать нефизическими в общепринятом смысле этого слова. Формализм теории при этом остается одним и тем же, что позволяет объединить в рамках единого подхода извечно противостоящие друг другу понятия «материального» и «идеального» и установить основные закономерности их связывающие, то есть законы их взаимопревращения.[90]

Наш мир в основе своей нелокален (иррационален), и не может быть описан теориями, основанными на локальности и детерминизме. Именно об этом говорят десятки, если не сотни опытов, направленных на проверку знаменитых неравенств Белла, которые позволяют отличить предсказания квантовой механики от предсказаний «локальной объективной теории». Парадоксы квантовой механики, паранормальные и сверхъестественные явления, магические техники и т.д. имеют своим источником именно нелокальность (иррациональность) окружающего мира [91].

В этой связи необходимо рассматривать дополненность рационального и иррационального с несколько иной точки зрения и признать, что в конечном счете основой наблюдаемого рационального мира является его иррациональность (квантовость, нелокальность, запутанность, несепарабельность, целостность и т.д. и т.п.). Рациональное - форма проявления иррационального, через познание рационального (конечного, дискретного, локального) наука идет ко все большему раскрытию иррационального (бесконечного, непрерывного, нелокального). *«Началом и человека и бытия является иррационализм... Благодаря иррациональному началу в человеке человек неуничтожим... Решая бытийственные вопросы, иррационализм приходит к выводу об иррациональном начале бытия... Непонимание и недооценка роли иррационального в бытии, в самом человеке и в обществе сыграли роковую роль, ибо многое, случившееся в истории человечества, можно было бы, если не предотвратить, то, по крайней мере, смягчить.»* [85].

Здесь мы возвращаемся к Фоме Аквинскому (1225 -1274), крупнейшему в истории схоластики философу, который в свое время осуществил грандиозный религиозно-философский синтез и создал парадигму, которая до наших дней доминирует в католическом миропонимании. Это проявилось в декларации двух истин. Суть ее в следующем. Наука и философия выводят истины из опыта и разума, тогда как религия находит их в откровении. Однако утверждается превосходство веры над знанием. Аргументами служат ссылки на чудеса и высказывание о том, что наш разум склонен ошибаться, а вера опирается на абсолютную правдивость Бога. Вера носит сверхразумный характер, между тем как научные и философские знания - всего лишь несовершенное ее проявление. В конечном счете гармония веры и знания сводятся к подчинению познания вере. Познание признается объективным по содержанию, но оно не охватывает все бытие. Фоме Аквинскому удалось

приспособить для нужд христианского мировоззрения теорию Аристотеля с заложенной в ней тенденцией к опытному исследованию природы.. В 1879 году папа Лев XIII объявил духовное наследие Фомы Аквинского официальной философской доктриной католической церкви, рекомендовав его для изучения во всех католических учебных заведениях. Однако учение средневекового схоласта под натиском новых социально-культурных реалий подверглось существенной модернизации и в современном мире выступает в форме неотомизма. Неотомизм не замыкается в узком кругу профессиональных философов, а получает широкое распространение. Если учесть, что в мире сейчас насчитывается свыше 800 миллионов католиков, то не приходится сомневаться в его очень значительном влиянии. Неотомизм является сложной теоретической системой, которая охватывает основные разделы философии - учение о бытии (онтологию), теорию познания (гносеологию), человековедение (антропологию), философию истории, этику и др. Стержневым принципом неотомистской философии считается положение о гармонии веры и разума. Этот принцип позволяет, с одной стороны, использовать рациональные доказательства для обоснования тезиса о сверхприродной реальности, а с другой - достаточно успешно вести диалог с современниками, живущими в век величайших научных открытий. Источником веры является Бог. Истины, которые он открывает, безусловны. Источником же рационального познания является человек. При всем несовершенстве его разума ему все же многое доступно. Он способен постигать свойства природных явлений и проникать в содержание относительных истин. Но добытые рациональным путем знания требуют постоянного контроля со стороны веры, истины которой получены сверхъестественным образом. И вера и разум направлены в конечном счете на познание безусловного духовного Аб-солюта, т.е. Бога, только вера связана с движением духа от Бога, а разум, напротив, с его восхождением к Богу. Для неотомизма неоспоримым выглядит суждение о том, что мы принципиально не способны получить прямые знания о Боге. Он всегда будет оставаться для нас великой тайной. [8]

Рациональность мира, таким образом, является следствием его фундаментальной иррациональной основы, результатом процесса декогеренции (декогеренция - это процесс потери когерентности квантовых суперпозиций в результате взаимодействия системы с окружающей средой). Исторически такую основу принято называть «Богом» или же, говоря современным физическим языком, единым квантовым источником наблюдаемой реальности. Все объекты этого мира, включая нас с вами, камни, звезды, и т.д. произошли из этого источника, и, по сути дела, являются этим источником.

Заключение

В книге на основе определенного философского подхода и под новым углом зрения мы проанализировали теорию относительности (специальную и общую), наметили путь к построению квантовой теории гравитации, рассмотрели многомерные пространства, обсудили квантовую логику и обобщенный принцип дополнительности Бора и в итоге пришли к определенным и в какой-то мере необычным выводам в каждой из этих областей.

Часто цитируемый гегелевский афоризм: «Сова Минервы начинает свой полет лишь с наступлением сумерек» - иногда истолковывают несколько упрощенно: философия поспевает на научный форум последней, так сказать, к шапочному разбору, когда все уже открыто и решено без нее. Не выходя за рамки гегелевского афоризма действительно, можно согласиться, что философия приходит последней, но с одним дополнением: приходит, чтобы сказать далеко не последнее слово - и в смысле значительности и в смысле окончательности. В великом содружестве наук философия не гостья, а равноправный член.

Тезис о том, что положительное научное знание в каждой конкретной области не может быть выведено из философских принципов, не избавляет науку от следования этим принципам. У тех, кто сознательно стоит на определенных философских позициях, на передний план выступает последовательность в проведении философских положений. Речь идет не о простом согласии с ними, как с выводами «посторонней» науки, а о последовательном согласовании с этими положениями результатов частных наук. Другими словами, согласованность заключается вовсе не в том, чтобы принудительно «подгонять» одни выводы под другие, а в умении (даже в искусстве) видеть, что и философское и частнонаучное познание направлены на осмысление одних и тех же сторон одного и того же материального мира.

Физико-философский анализ специальной и общей теорий относительности позволил не только глубоко проникнуть в сущность этих теорий, но и решить одну из проблем современной физики - проблему инертности массы. Разгадка природы инертности ставит вопрос о возможности овладения силами гравитации.

Последовательный подход в поиске материальных корней пространственно-временных отношений в СТО и ОТО позволил проникнуть и на самый глубокий уровень действительности, в область планковских масштабов и энергий, и открыл новые возможности в ее изучении.

Следующая интересная проблема, стоящая перед современной физикой - это поиск ответа на вопрос: почему пространство имеет три измерения? Заранее ясно, что обоснование этой выделенности чисто математическими средствами совершенно бесперспективно. Мы показали, что трехмерность связана с фундаментальными свойствами физического мира. Нам также удалось осветить проблему размерности с новой точки зрения, введя понятие обобщенной размерности.

Интересное решение в многомерных пространствах нашла проблема сингулярности, возникающая в космологии. Загадка начальной сингулярности, как своеобразный дамочлов меч, висит над релятивистской космологией уже свыше полувека. В свете же нашего

рассмотрения сделан определенный вывод, что в начале расширения Вселенная имела отличную от существующей размерность пространства и само возникновение Вселенной (Метагалактики) означало качественный скачок, связанный с изменением размерности пространства.

В книге намечен новый путь по построению квантовой теории гравитации, являющейся своего рода священным Граалем всей современной физики.

Принцип дополнительности Бора получил здесь дальнейшее и неожиданное развитие, недвусмысленно обосновав связь между рациональными и иррациональными аспектами природы, между наукой и религией, наукой и мистикой.

Наконец, в статье о непрерывном логическом мышлении автором намечена перспектива в создании квантовых компьютеров, способных не только вычислять, но и творить.

Таким образом, мы показали, как реально может быть использована философия в ее конкретном приложении к физике. Философия необходима науке для того, чтобы преодолеть противоречие между ограниченностью фактов и всеобщностью теории. Философские идеи часто используются учеными в полуинтуитивной форме. Становясь зрелой, наука преодолевает их, но они как феникс возрождаются вновь, так как обнаруживается, что без философского обоснования невозможно понимание достижений науки. Необходимость философии обусловлена тем, что наука находится в постоянном движении. Упразднение философии было бы упразднением и самой науки, ибо наука мыслима только как целенаправленный процесс познания.

Литература

- [1] Демин В. Н. Тайны Вселенной — Москва, Изд-во «Вече», 1995.
- [2] Малинин А. Р. Теория относительности в задачах и упражнениях — Москва, Просвещение, 1983.
- [3] Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, т.2 — Москва, Мир, 1976
- [4] Демин В. Н. Основной принцип материализма — Москва, Политиздат, 1983.
- [5] Кудрявцев П.С. Максвелл, — Просвещение, 1976.
- [6] Спасский Б И. Физика для философов — М., Издательство МГУ, 1989
- [7] Панченко А. И. Континуум и физика (Философские аспекты) — М., Наука, 1975
- [8] Кирвеля Ч. С. История философии — Минск, Новое знание, 2001
- [9] Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т.2 — Москва, Наука, 1966
- [10] Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т.4 — Москва, Наука, 1966
- [11] Угаров В. А. Специальная теория относительности — Москва, Наука, 1977
- [12] Бом Д. Специальная теория относительности — Москва, Мир, 1967
- [13] Паули В. Теория относительности — Москва, Наука, 1983
- [14] Бройль Л. Революция в физике — Москва, Наука, 1934
- [15] Окунь Л.Б. УФН 158 511 — (1989)
- [16] Александров А.Д. О философском содержании теории относительности — Москва, Наука, 1979
- [17] Мэтьюз Дж., Уокер Р. Математические методы физики — Москва, Атомиздат, 1972
- [18] Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров — Москва, Наука, 1968
- [19] Путенихин П.В. Причина СТО-инвариантность скорости света — ж-л Квантовая Магия, том 9, вып 1, 2012

- [20] Мигдал А.Б. Квантовая физика для больших и маленьких — Москва, Наука, 1989
- [21] Бройль Луи де По тропам науки — Москва, ИЛ, 1962
- [22] Панов М.И., Тяпкин А.А., Шибанов А.С. Анри Пуанкаре и наука начала XX века — Москва, Наука, 1990
- [23] Цехмистро И.З. Диалектика множественного и единого — Москва, Мысль, 1972
- [24] Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т.1 — Москва, Наука, 1966
- [25] Галилей Г. Избранные сочинения, т.2 — Москва, Наука, 1964
- [26] Трофименко А.П. Белые и черные дыры во Вселенной, т.3 — Минск, Университетское, 1991
- [27] Мицкевич Н.В. Пространство и время в современной физике, т.3 — Москва, Знание, 1981
- [28] Фок В.А. Физические принципы теории тяготения, т.3 — ж-л Вопросы философии, № 8, —Москва, 1966
- [29] Klimets A. P. FIZIKA B (Zagreb) 9 (2000) 1, 23-42
- [30] Зайцев О.В. Физика о малом и большом, т.2 — Ростов-на-Дону, 1992
- [31] Misner C., Wheeler J., Ann. of Phys., 2, № 6, — (1957)
- [32] Уилер Дж. Гравитация,нейтрино, Вселенная — Москва, Мир, 1970
- [33] Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Релятивистская квантовая теория, ч.1 — Москва, Наука, 1968
- [34] Новиков И.Д., Фролов В.П. Черные дыры во Вселенной, УФН 171 307 — (2001)
- [35] Маршаков А.В., УФН 172 977 — (2002)
- [36] Марков М.А., Можетли гравитационное поле оказаться существенным в теории элементарных частиц, в сб. Альберт Эйнштейн и теория гравитации — Москва, Мир, 1979
- [37] Кушниренко А.Н. Введение в квантовую теорию поля — Москва, Высшая школа, 1983
- [38] Марков М.А. О природе материи — Москва, Наука, 1976
- [39] Станюкович К.П. К вопросу о существовании устойчивых частиц в Метагалактике, в сб. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц — Москва, Атомиздат, 1966
- [40] Глинер Э.Б. УФН 172 221 — (2002)
- [41] Архангельский А.В. Конечномерные векторные пространства — Москва, и-во Московского государственного университета, 1982

- [42] Горелик Г.Е. Размерность пространства — Москва, и-во Московского государственного университета, 1983
- [43] Кант И. Избранные сочинения, т.1 — Москва, Мысль, 1963
- [44] Erenfest P. Proc. Amsterdam acad.. vol. 20 — 1917
- [45] Гуревич В., Волмен Г., Теория размерности — Москва, Наука, 1983
- [46] Фридман А.А. Избранные труды — Москва, Наука, 1966
- [47] Penrose R. Phys.Rev.Letters. 14 — (1965)
- [48] Трофименко А.П. Теория относительности и астрофизическая реальность — Минск, Наука и техника, 1992
- [49] Климец А.П. Физика и философия. Поиск истины — Брест, Форт, 1997
- [50] Маршаков А.В., УФН 172 977 — (2002)
- [51] Rovelli C. Living Rev.Rel. 1-1 — (1998)
- [52] Carlip S. Quantum Gravity: a Progress, gr-qc/ 0108040 — (2001)
- [53] Бронштейн М.П. ЖЭТФ,6 — 1936
- [54] Мизнер Ч.,Торн К.,Уилер Дж. Гравитация, в 3-х т. — Москва, Мир, 1977
- [55] Fierz M.,Pauli W. Proc.Roy.Soc. A173, 241 — London, 1939
- [56] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля — Москва, Физматлит, 2003
- [57] Карр Б., Гиддингс С. Квантовые черные дыры, ж-л «В мире науки» № 8 — 2005
- [58] Редже Т. Гравитационные поля и квантовая механика в сб. Альберт Эйнштейн и теория гравитации — Москва, Наука, 1979
- [59] Мигдал А.Б. Квантовая физика для больших и маленьких — Москва, Наука, 1989
- [60] Тредер Г.Ю. Взгляды Гельмгольца, Планка, Эйнштейна в сб. Проблемы физики: классика и современность — Москва, Мир, 1982
- [61] Горелик Г.Е., Френкель В.Я. Матвей Петрович Бронштейн: 1906-1938 — Москва, Наука, 1990
- [62] Фролов В.П. УФН 138 151 — (1982)
- [63] Nature, 11 — 2005
- [64] Чернин А.Д. Физика времени — Москва, Наука, 1987
- [65] Zeitschrift fur Physik, Bd.64 — 1930
- [66] Маркс К. Нищета философии — Москва, Политиздат, 1975
- [67] Пуанкаре А. О науке — Москва, Наука, 1990

- [68] Бгаван Шри Раджниш Поэт высшего — Урал LTD, 1999
- [69] Клайн М. Математика. Утрата определенности — Москва, Мир, 1984
- [70] Манин Ю.И. Математика и физика — Москва, Знание, 1979
- [71] Тарасов Л. В. Основы квантовой механики — М.Высшая школа, 1978
- [72] Компанеец А. С. Что такое квантовая механика — Москва, Наука, 1977
- [73] Мигдал А.Б. Как рождаются физические теории — Москва, Педагогика, 1984
- [74] Карбо Дж. Практические основы успеха — Минск, МП "Интеллект"1992
- [75] Шелест В.П. Осколки — Москва, Энергоиздат, 1981
- [76] Гегель Г. Наука логики — Москва, Наука, 1979
- [77] Под ред. Жукова Н.И. Философия — Минск, Наука и техника, 1993
- [78] Букалов А.В., Бойко А.Г., Соционика: тайна человеческих отношений и биоэнергетика — Киев, Соборна Україна, 1992
- [79] Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое — Москва, Мир, 1972
- [80] Бор Н. Избранные труды, в 2-х т. — М., Наука, 1966
- [81] Gross D.I. Physics and Mathematics at the Frontier — Proc.Nat.Acad.Sci.USA, 1988
- [82] Н. Бор. Атомная физика и человеческое познание (сб. статей). — Москва, ИЛ, 1961
- [83] Философия. Под ред. д.ф.н. С.А. Хмелевской — Москва, 2002
- [84] Фейнман Р. Характер физических законов — Москва, Наука, 1987
- [85] Мудрагей Н.С. Рациональное и иррациональное - философская проблема. Читая Шопенгауэра — Москва, Вопросы философии, 1994, № 9
- [86] Пономарев Л.И. По ту сторону кванта — Москва, Молодая гвардия, 1971
- [87] Физика, Энциклопедия — М. Аванта, 2002
- [88] Нефедов А. Управление реальностью с помощью квантовой психологии — Квант. Магия, т.2, вып.4, с.4218, (2005)
- [89] Готт В.С. Философские вопросы современной физики — Москва, Высшая школа, 1972
- [90] Доронин С.И. Роль и значение квантовой теории в свете ее последних достижений — Квант. Магия,1, с.1101, (2004)
- [91] Заречный М. Квантовая и мистическая картины мира — Квант. Магия, 1, с.1305-1317, с.2301-2313, 2004

- [92] Борн М. Моя жизнь и взгляды — Москва, Мысль, 1973
- [93] Борн М. Физика в жизни моего поколения — Москва, Мысль, 1963
- [94] Паули В. Физические очерки — Москва, Мысль, 1975
- [95] Илларионов С.В. Дискуссия Эйнштейна и Бора. В сборнике «Эйнштейн и философские проблемы физики XX века» — Москва, Наука, 1979
- [96] Капра Ф. Дао физики — София, Гелиос 2002
- [97] Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т.3 — Москва, Наука, 1966
- [98] Моуди Р. Жизнь после жизни — Москва, Детская книга, 1991
- [99] Энциклика Папы Иоанна Павла II «Вера и разум» («Fides et ratio») — от 15. X. 1998 г.
- [100] Климец А.П. Наука и иррационализм, ж-л «Физика сознания и жизни, космология и астрофизика», т.4, №2 — Киев, Международный институт соционики, 2004