ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ
ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Р.С. Нахмансон

О новой интерпретации статистического характера законов квантовой механики и корпускулярно-волнового дуализма и об экспериментах по ее проверке

БИБЛ
ИНСТ
С 13
ПОЛУПРОВО
НОВОСИБИРСК 1970
СОБР

УДК 530

В определенных условиях случайный выбор одной из возможностей является оптимальной тактикой поведения разумных объектов. Следуя этой аналогии, для объяснения статистического характера законов квантовой механики и корпускулярно-волнового дуализма выдвинута гипотеза о "разумности" элементарных частиц. Дополнительными указаниями на "разумность" элементарных частиц являются информационный характер волновой функции и экстремальные принципы движения частиц. Наша гипотеза выглядит фантастичной, однако не противоречит современным представлениям науки. Предлагаются эксперименты по проверке "разумности" частиц, обсуждается план теоретических исследований и некоторые другие вопросы. Справедливость предложенной гипотезы внесла бы существенные изменения в наши представления об окружающем мире, а также могла бы привести к важным практическим последствиям.

A NEW INTERPRETATION OF STATISTICAL NATURE OF QUANTUM-MECHANICAL LAWS AND WAVE-PARTICLE DUALITY, AND THE EXPERIMENTS TO VERIFY IT

R.S.Nakhmanson

Institute of Semiconductor Physics, Academy of Sciences of USSR, Siberian Branch, Novosibirsk 630090

In certain conditions, a stochastic choice is the best tactics of behaviour of intelligent beings. Following this analogy, a hypothesis of "intelligent" elementary particles is suggested to explain the statistical nature of quantum-mechanical laws and the wave-particle duality. Additional indications of the "intelligent" nature of elementary particles are the informational character of the wave function and the extremal principles of particle motion. For all its fantastic appearance, this hypothesis does not, however, contradict the ideas of modern science. Experiments are suggested to verify the "intelligent" nature of particles, and a program of theoretical studies is discussed, as well as some other questions. Having been corroborated, our hypothesis would lead to essential changes in our notions of the external world, and also would have significant practical consequences.

© Институт физики полупроводников СО АН СССР, 1979.

Р.С.Нахмансон

О НОВОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА ЗАКОНОВ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОГО ДУАЛИЗМА И ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ЕЕ ПРОВЕРКЕ[I)]

С О Д Е Р Ж А Н И Е

стр.

I. Введение I
2. Новая интерпретация. 4
3. Постановка экспериментов и программа теоретических исследований I7
4. Дополнительные соображения 29
5. Заключение 39
6. Литература 42

C O N T E N T S

page

1. Introduction 1
2. New Interpretation 4
3. Setting of Experiments and Program of Theoretical Investigations 17
4. Supplemental Considerations 29
5. Summary . . . . . (43)39
6. References 42

Институт физики полупроводников СО АН

I. Введение

Статистический характер законов движения частиц в квантовой механике был предметом многочисленных дискуссий. Абсолютное большинство физиков склонилось к интерпретации квантовой механики, основа которой была заложена работами Борна [I] и Бора [2] , а окончательная формулировка дана в после-

I) Материал этой статьи впервые был доложен на научном семинаре Института физики полупроводников Сибирского отделения АН СССР 2I декабря I977 года.

дующих работах Бора (см. обзорные статьи [3] и [4]). В настоящее время эта "копенгагенская" интерпретация является общепринятой. Её сущность состоит в том, что при переходе к микромиру мы сталкиваемся с принципиально новым поведением материи, когда корпускулярный и волновой аспекты носят взаимно дополнительный характер, в разной степени проявляясь в зависимости от условий эксперимента, причем чем больше "волнового", тем меньше "корпускулярного", и наоборот. Эта дополнительность в количественной форме хорошо проявляется в т.н. соотношениях неопределенности Гейзенберга, связывающих сопряженные переменные (координату и импульс, энергию и время и др.). Предсказания теории принципиально носят вероятностный характер, т.е. в микромире отсутствует жесткая определенность причинно-следственной связи. Результаты экспериментов решающим образом зависят от конструкции прибора, так что пару "микрообъект-прибор" следует рассматривать как единый объект, поведение которого фиксируется наблюдателем[1].

Это положение в корне отличается от того, к которому мы привыкли в макрофизике: определенность и объективность результатов эксперимента (не только в смысле личности наблюдателя, но и в смысле "личности" прибора), жесткая причинно-следственная связь, возможность (хотя бы принципиальная) неограниченного увеличения точности определения всех переменных, входящих в теорию и описывающих объект.

Некоторые крупные ученые, например, Эйнштейн, де-Бройль и Шредингер, сами внесшие важный вклад в становление квантовой механики, критически отнеслись к интерпретации, даваемой копенгагенской школой.

Эйнштейн считал, что законы физики должны оставаться детерминистическими, и с самого начала занял негативную позицию по отношению к вероятностной интерпретации поведения физических объектов. Его критика в своей конструктивной части ограничивалась постановкой некоторых мысленных экспериментов, демонстрировавших, как ему казалось, логическую противоречивость квантовой механики. Однако здесь, по общему мнению, Бору удалось полностью защитить свои взгляды (подробно полемика Эйнштейна и Бора изложена в [3]). Каких-либо собственных вариантов квантовой механики или ее интерпретации Эйнштейн не дал. Пожалуй, лучше всего он сформулировал свою позицию в такой известной фразе: "Я не могу поверить, чтобы Бог играл в кости". Бог-природа, по мнению Эйнштейна, слишком умна, чтобы действовать хаотически.

Де-Бройль, Вижье, Бом и некоторые другие пытались восстановить детерминизм на более глубоком, "субэлементарном" уровне, предполагая существование более сложной микроструктуры с некими скрытыми пока от нас (не наблюдаемыми) параметрами [6-11]. Однако их конструкции в идейном плане очень напоминали "ненаблюдаемые" механические конструкции эфира, в большом количестве развивавшиеся в XIX веке. Они не давали никаких новых предсказаний, без достаточных оснований усложняли картину мира, лишали ее симметрии и т.п. и не были приняты большинством физиков.

Прежде чем перейти к изложению новой интерпретации квантовой механики, напомним (этот факт неоднократно отмечался в литературе), что ψ - функция, описывающая состояние частиц в квантовой механике, не представляет, по крайней мере в обычной интерпретации, какое-либо материальное поле, в отличие, например, от электрического потенциала ("φ - функция") или вектор потенциала ("$\vec{A}$ - функция"), а является чисто информационной функцией, определяющей вероятность обнаружения некоторых значений параметров частиц (или существования этих значений), как-то: координаты, импульса, энергии, потока и т.п. Этим ψ-функция и связанные с ней уравнения Шредингера или Дирака коренным образом отличаются от функций и уравнений классической физики, например, уравнений электродинамики Максвелла или уравнений общей теории относительности Эйнштейна. Попытки придать ψ-функции обычный потенциальный смысл, как-то оправданные для случая одной частицы, в целом не увенчались успехом, поскольку связаны со следующей принципиальной особенностью: ψ - функция, даже в координатном представлении, строго говоря, есть функция не в обычном пространстве, а в пространстве конфигурационном. Только для одной отдельной частицы это пространство может быть отождествлено с обычным пространством. Для двух и более взаимодействующих частиц это-

[1] Современная идеология этого вопроса ясно изложена, например, в [5], т.I, гл.37, 38; т.3, гл.I.

го сделать уже нельзя, поскольку здесь $\psi = \psi(t, x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, \ldots x_n, y_n, z_n)$ – функция в $3n$ – мерном конфигурационном пространстве.

2. Новая интерпретация

Предлагаемая в настоящей статье новая интерпретация статистического характера квантовой механики основывается на предыдущей работе автора ("Равенство и случайность", Новосибирск, 1970), посвященной роли случайности в природе и обществе, в частности, пользе сознательного введения случайности в процесс выбора решения человеком или обществом. Согласно этой работе при наличии некоторого числа возможностей, каждая из которых характеризуется своим весом, "разумнее" и "справедливее" делать выбор в пользу одной из этих возможностей с помощью некоторого случайного процесса (вынимание жребия, бросание монеты и т.п.), учитывающего эти веса. Подобный прием уже использовался в человеческой практике, а также при составлении "разумных" программ для ЭВМ.

Для живой природы, общества или личности в условиях достаточно частого повторения (во времени или по ансамблю) сходных ситуаций случайный выбор решений обеспечивает наиболее полный и равномерный охват всех возможных путей развития, сводя к минимуму ошибки, связанные с неправильно выбранной стратегией развития или тактикой выбора решения. В игровых ситуациях (в т.ч. войнах) случайные решения иногда также бывают оптимальными, так как лишают противника возможности предвидеть ваши поступки на основе вашего поведения в прошлом. Случайность может способствовать стабильности. Например, только благодаря группирующей силе случайности существуют общества игроков в различного рода лотереи даже при убыточности этих мероприятий в целом.[1)]

---

1) Еще один хороший пример пользы случайности (указан В.Г. Ерновым): если бы осел Буридана догадался использовать случайный процесс выбора охапки сена, он "проквантовался" бы в одно из состояний и не умер от голода.

С этой точки зрения вероятностный характер законов движения частиц, даваемый квантовой механикой, можно интерпретировать как проявление "разума" частиц.

Другое указание на "разумность" элементарных частиц дает нам информационный характер ψ -функции. В отличие от силового информационное воздействие должно предполагать разумность объекта воздействия. И обратно, предположив разумность частиц, можно понять, почему ψ -функция действует на частицы, и даже вычислять соответствующие "силы". То обстоятельство, что это действие разворачивается в конфигурационном пространстве, уже не должно нас смущать, так как это – "пространство разума", где действуют "силы разума", и нет никакой необходимости отождествлять его с обычным пространством обычных сил. Почему воздействие ψ -функции проявляется случайным образом, мы уже пояснили выше (это оптимальная тактика поведения). Корпускулярно-волновой дуализм находит в такой модели естественное объяснение, поскольку отражает две ипостаси разумного объекта: "материальную" и "духовную" ("тело" и "разум") соответственно.

Еще сам Бор обратил внимание на то, что квантовомеханический способ описания объектов имеет какое-то отношение к живым организмам[12]. Бор хотел распространить сформулированный им в квантовой механике "принцип дополнительности" на биологические объекты. Близкая аналогия, в частности, получалась с процессом мышления. Бор отметил, что чем точнее человек пытается постичь, о чем он в данный момент думает, тем бо́льшую неопределенность в дальнейший ход своих мыслей он вносит, что в какой-то степени соответствует увеличению неопределенности в скорости микрочастицы при попытке точнее определить ее координату. Бор предполагал, что эта аналогия свидетельствует об участии в процессе мышления функциональных структур (например, переключателей) столь малой массы, что становятся существенны квантовые эффекты. "Даже если бы эта гипотеза оказалась неверной и мы могли бы описать работу мозга при помощи одной лишь классической теории, – писал по этому поводу Бом[13] , – аналогия между мышлением и квантовыми процессами могла бы иметь важные следствия: мы имели бы пример классической системы, которая давала бы хорошую ана-

логию с квантовой теорией. По крайней мере это было бы весьма поучительно. Например, это могло бы дать нам средства для описания эффектов, подобных квантовым явлениям, используя скрытые параметры".

Что касается гипотезы Бора о структуре функциональных элементов мозга, то она кажется нам весьма правдоподобной, поскольку, как мы уже подчеркивали, случайность является необходимым элементом оптимальных эвристических программ. Представляется поэтому естественным, что мозг человека в процессе эволюции нашел необходимые для него генераторы случайных чисел в квантовых процессах. Что же касается надежд Бома на пользу аналогии между мышлением (а следовательно, и разумным поведением человека, - Р.Н.) и квантовыми процессами для развития самой квантовой теории, то мы надеемся, что настоящая статья представляет собой радикальный шаг в этом направлении, развивая старую идею о субквантовых структурах и процессах в качественно новой форме.[1)]

Делая предположение о разумности элементарных частиц, мы с неизбежностью должны будем считать далее, что "элементарные" частицы обладают достаточно сложной структурой, настолько сложной, что частица может выступать как "разумная" хотя бы в некоторых своих проявлениях. Естественно, мы не предлагаем считать, что разумность частиц ограничивается только случайным характером поведения или информационным характером ψ - функции, так как в противном случае эта статья потеряла бы содержательный смысл.

---

1) Подчеркнем, что между нашей гипотезой о разуме на субквантовом уровне и гипотезами о "скрытых параметрах" есть принципиальное различие. В частности, "скрытые параметры" не наблюдаемы в обычном диапазоне энергий, достижимых на сегодняшний день с помощью ускорителей, и могут быть обнаружены (если они есть) только при еще больших энергиях. Наша гипотеза, наоборот, предсказывает новые эффекты уже в обычном диапазоне низких энергий, при использовании, однако, нового - "информационного" воздействия на частицы (см. ниже). При очень и очень высоких энергиях взаимодействия, напротив, следует ожидать исчезновения разумности вследствие упрощения структуры объекта. Ситуация здесь аналогична механическому травмированию человеческого мозга: хотя в этом случае и можно ожидать возникновения новых типов "частиц" и "колебаний", показывающих, из чего и как устроен мозг, однако мыслительный процесс и разумное поведение человека при этом нарушаются.

Представление о сложности микрокосмоса является естественным с философской точки зрения и встречается уже в сочинениях Анаксагора (500-428 г.г. до н.э.). В трактате "О природе" он пишет: "И так как у большого и у малого имеется равное число частей, то и таким образом во всем может заключаться все. И не может быть обособленного существования, но во всем имеется часть всего" (цитируем по[14]). Каждая мельчайшая частица - это опять целый мир, в котором "есть города, населенные людьми, обработанные поля, и светит солнце, луна и другие звезды, как у нас".

Синтез дискретного и непрерывного осуществляет Лейбниц (1646 - 1716 г.г.). Мир в его представлении состоит из "монад" - одушевленных единиц бытия, каждая из которых, в свою очередь, является "малым миром", "сжатой вселенной". Однако монады индивидуальны: "... хотя каждая монада представляет вселенную, но отчетливее представляет она то тело, которое собственно с ней связано"[15] . Монады замкнуты, изолированы от внешнего мира, но в то же время они могут воспринимать близкие им идеи друг от друга (что-то вроде резонанса).

Тезис о внутренней сложности микромира разделяется марксистской философией. Ленин в 1908 г. писал[16] : "Сущность" вещей или "субстанция" тоже относительны; они выражают только углубление человеческого познания объектов, и если вчера это углубление не шло дальше атома, сегодня - дальше электрона и эфира, то диалектический материализм настаивает на временном, приблизительном характере всех этих вех познания природы прогрессирующей наукой человека. Электрон так же неисчерпаем, как и атом, природа бесконечна...".

В XIX веке при обсуждении второго начала термодинамики Максвелл ввел своего "демона" - разумное существо молекулярных размеров. С этим демоном мы еще встретимся ниже, здесь отметим только, что демон Максвелла до сих пор мутит умы физиков, что по крайней мере свидетельствует об отсутствии исключающих его аргументов.

Борель на последней странице своей книги[17] , отметив, что люди, пользуясь процессами, идущими с возрастанием энтропии в больших объемах, уменьшают энтропию в малых объемах, пишет: "Другими словами, структура вселенной становится все

более и более тонкой....., вероятно, что аналогичные явления происходят и в других масштабах, слишком больших или слишком малых, чтобы быть доступными для нас. Таким образом, эволюцию вселенной можно себе представить как постепенное усложнение структуры, доступное пониманию и использованию все меньших и меньших существ. Так как не существует абсолютного эталона длины, то такое уменьшение не должно нас пугать; в настоящее время нам кажется, что существа молекулярных размеров и, особенно, существа, которые являются по отношению к молекулам тем же, чем мы являемся по отношению к солнцу, представляют объект, весьма мало достойный нашего внимания; нет ничего невозможного в том, чтобы возрастающая сложность вселенной не сделала возможным появление существ с организацией гораздо сложнее нашей, если их уже нет теперь".

Это было написано еще в 1913 году. В настоящее время ближе всего к интересующему нас вопросу стоит физика элементарных частиц. Если во времена Бореля их было известно только три (электрон, протон и фотон), то сейчас насчитывается более двухсот. Мы остановимся на двух сравнительно новых идеях, имеющих отношение к тезису о сложности частиц.

Первая связана с тем, что понятие "состоит из" на этом уровне сильно трансформируется, поскольку из-за очень больших энергий взаимодействия и, соответственно, большого дефекта масс при соединении нескольких частиц в одну ее масса может быть даже меньше, чем масса какой-либо из первичных частиц. Поскольку реакции образования и распада частиц очень разнообразны, можно (несколько преувеличивая) говорить, что "все состоит из всего". Марков пишет [18]: "Приближенные, пока неудовлетворительные математические модели.... (так называемый "бутстрап") дают основания полагать, что в этом мире обусловленных друг с другом связей должно существовать неисчислимое, бесконечное число ситуаций, в которых возникают разнообразные объекты типа наблюдаемых частиц". Коккони сравнивает это многообразие с многообразием органической жизни на Земле [19].

Вторая идея связана с космогоническими представлениями общей теории относительности. Согласно им замкнутый мир имеет нулевую полную массу. Почти замкнутый мир может иметь эту массу очень малой и вовне проявляется как элементарная частица ("фридмон") [18]. В одной частице может быть заключена целая своя вселенная и обратно – вся наша Вселенная извне может смотреться как элементарная частица.[1)]

Таким образом, предположение о "разумной жизни" на микроуровне не является чуждым духу сегодняшней науки. По-видимому, не существование каких-либо естественно-научных табу, а отсутствие подкрепляющих фактов или соображений сдерживало высказывания серьезных ученых на эту тему.[2)]

Новое в нашем подходе состоит в предположении, что "свобода выбора", имеющаяся у частицы в квантовой механике, трактуется как проявление разумности. Кроме возможностей теоретической разработки это предположение дает ключ к постановке экспериментальных исследований микросистем на разумность.

Предположение о разуме на микроуровне открывает, конечно, широкое поле для различного рода спекуляций. Мы не хотели бы вступать на него без достаточных оснований, например, без положительных результатов экспериментов, подобных предложенным ниже. Вероятно, лучше было бы на первых порах пользоваться термином "разум" только как метафорой. Однако, не давая читателю никаких образов для опоры, мы поставим его в затруднительное положение. Поэтому (исключительно для наглядности) представим себе, что элементарная частица – это некий сложный "микрокосмический" корабль, движущийся в микрокосмосе с целью исследования, патрулирования и т.п. и управляемый "капитаном" (аналог нашего космонавта или ЭВМ). "Капитан" ведет "корабль"

---

1) Конкретно в отношении Вселенной это пока неверно: ее средняя плотность (по сегодняшним данным) на два порядка ниже, чем требуемая теорией.

2) Писатели в этом отношении гораздо свободнее. Бом [11] без указания источника цитирует следующее четверостишье:

"На спинах блох блошата есть,
Кусают блох они там;
Блошонок у блошат не счесть,
И так – ad infinitum".

В русской литературе нам известно стихотворение В.Брюсова "Мир электрона" ("Быть может, эти электроны – миры, где пять материков,...") и повесть А.Платонова "Эфирный тракт" ("...электроны одарены жизнью, они движутся, живут и размножаются,... . Дело техников теперь – разводить железо, золото и уголь, как скотоводы разводят свиней".).

согласно некоторому курсу со случайными отклонениями, причем курс и доля случайности задаются внешними силовыми полями, начальными условиями движения и некоторыми принципами движения (например, принципом наименьшего действия, отражающим "экономическую политику" в микромире), а отклонения задаются случайной функцией, генерируемой в каждый момент времени. Образно говоря, ψ -функция - это расходящиеся дороги в поле с указателями, на которых написано, какая примерно судьба ожидает путника, и с учетом этих надписей "капитан" бросает жребий, по какой дороге ему идти.

Наша интерпретация квантовой механики осуществляет синтез детерминизма и индетерминизма. Она должна была бы удовлетворить Эйнштейна. Только сначала ему следовало бы объяснить, что в некоторых обстоятельствах наиболее "мудро" и "справедливо" (Божественные атрибуты) действовать случайным образом, бросая жребий. Конкретное воплощение "наместника Бога" - капитан корабля - частицы в приведенном нами выше примере. Наша интерпретация должна удовлетворить и де-Бройля с единомышленниками, которые по сути дела находились на пути к ней и даже ввели термин "волны-пилота".[I)]

Поясним нашу точку зрения на примерах. Для начала вспомним мысленный эксперимент, приводящийся во многих учебниках и статьях, посвященных принципам квантовой механики (в частности, в [3],[5],[13]. На рис.I пучок летящих слева частиц (обычно говорят об электронах) падает на экран с отверстиями I и 2. В некоторой плоскости R за экраном происходит регистрация частиц с помощью счетчиков или фотопластинки. Согласно современным представлениям, с каждой частицей связана волна материи (волна де-Бройля). Чем меньше скорость движения частицы, тем больше длина этой волны. Если длина волны порядка или больше размеров отверстий, то волны материи будут дифрагировать на отверстиях. Квадрат модуля амплитуды волны материи в плоскости R , даваемый каждым отверстием в отдельности, изображен на рис.I кривыми $|A_I|^2$ и $|A_2|^2$. Если открывать эти отверстия

I) Языческое одушевление предметов вообще характерно для человека и даже у физиков XX века является скорее образом мышления, нежели образным языком. Кроме "волны-пилота" де-Бройля можно, например, вспомнить известную реплику Резерфорда Бору (I9II г.): "Но откуда Ваш электрон знает, падая с верхнего уровня, где он должен остановиться?".

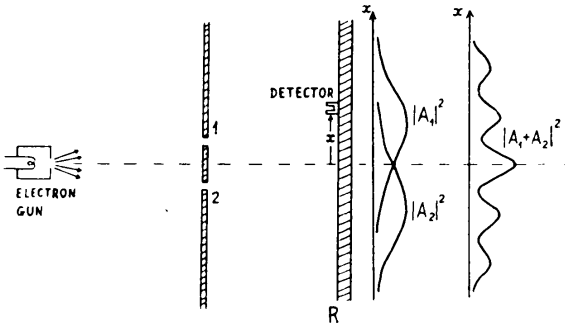

Рис.I. (Взят из[5]). Интерференционный опыт с электронами, проходящими через экран с двумя отверстиями.

по отдельности, то эти функции действительно будут реализовываться и давать вероятность попадания частиц в отдельные точки плоскости регистрации. Сам же акт попадания частицы в отдельные точки плоскости R является случайным процессом. Если расстояние между отверстиями I и 2 порядка длины волны, то при одновременно открытых отверстиях волны материи будут интерферировать, результирующая кривая

$$|A_I + A_2|^2 = |A_I|^2 + |A_2|^2 + A_I A_2^* + A_I^* A_2 \neq |A_I|^2 + |A_2|^2$$

не равна сумме отдельных кривых, а имеет сложный осциллирующий вид. Реальные опыты с частицами, по существу аналогичные описанному выше, подтверждают эти представления.

С точки зрения механики классических частиц непонятно уже явление дифракции. Это не может быть рассеяние частиц, обусловленное их взаимодействием с краями отверстий, поскольку эффективное классическое сечение рассеяния частиц (особенно нейтральных) гораздо меньше длины их де-бройлевской волны и,

т.о., много меньше размеров отверстия. Поэтому лишь ничтожная часть потока частиц будет рассеяна краями отверстий. И уж совсем необъяснимо с позиций классической механики явление интерференции там, где должно быть простое сложение вероятностей.

Поскольку опыт типа рис.I без изменения результата можно проводить при очень низких потоках частиц, когда каждая следующая частица приближается к экрану только после регистрации предыдущей, получается, что каждая частица интерферирует сама с собой. Таким образом, мы с необходимостью должны приписать каждой частице наряду с корпускулярными также и волновые свойства (другой тип экспериментов, например, по фотоэффекту, не позволяет полностью отказаться от корпускулярных представлений в пользу чисто волновых). Последовательная "копенгагенская" трактовка квантовой механики непротиворечивым образом объясняет известные эксперименты, однако ценой отказа от многих привычных представлений. Например, "классически" мыслящие оппоненты Бора задают по поводу опыта рис.I такой "каверзный" вопрос: "А через какое все-таки отверстие пролетела данная конкретная частица, зарегистрированная в плоскости R ?" Ответить при этом, что мы не знаем, через какое отверстие (I или 2) пролетела частица, так как не следим за ней, но, зная точку ее регистрации, в состоянии оценить вероятность ее пролета через каждое из отверстий, было бы недостаточно. Такой ответ предполагает, что частица все-таки пролетает через какое-то одно отверстие. Но при этом второе отверстие, по мнению Бора и его оппонентов, могло быть закрыто без изменения условий движения частицы. В итоге мы могли бы разложить интерференционный опыт на два независимых дифракционных опыта, что, как отмечалось выше, неверно. Бор говорит:"Мы не вправе ставить вопросы, на которые нельзя получить ответ экспериментальным путем". Так в случае опыта рис.I добавление любого экспериментального устройства, фиксирующего, через какое отверстие прошла частица, оказывает столь сильное воздействие на частицу, что нарушает интерференционную картину. Позиция Бора непротиворечива, однако она несет отпечаток агностицизма. Но самое главное, что эта позиция не единственно возможная. Если предположить, что частица "разумна", то можно ожидать, что когда она пролетает, например, через отверстие I, она одновременно следит за состоянием отверстия 2 (открыто оно или закрыто), и это знание накладывает отпечаток на дальнейшее поведение частицы. Мы не можем закрыть теперь отверстие 2 без изменений условий опыта; аргументация, приводимая Бором, становится несостоятельной и мы вправе предполагать, что частица действительно проходит через определенное отверстие.

Рассмотрим теперь аналогичный пример поведения других разумных "частиц" - людей. Предположим, что на некоторую железнодорожную станцию, расположенную в лесу, время от времени прибывают поезда. Из поездов выходят люди и отправляются в лес для сбора грибов. Таким образом, станция будет являться некоторым источником "частиц"-людей. Люди будут идти в лес от этого источника по лучам. Если в лесу нет предпочтительных направлений, в целом поток людей на расстоянии, бо́льшем, чем размеры станции, будет аналогом сферической ψ -волны.

Каждый человек совершает некоторые случайные отклонения перпендикулярно основной линии движения по лучу, просматривая, таким образом, некоторый "коридор". Чем больше времени отпущено на поиски, тем медленнее движется человек в основном направлении, тем больше отклоняется он по сторонам, тем шире охватываемый им коридор. По аналогии с микрочастицами мы будем считать, что в этом случае длина волны частиц-людей больше. Не беда, что отдельные коридоры будут перекрываться, - вероятность обнаружения грибов увеличится, тем более, что грибы могут расти и в период сбора.

Предположим далее, что на некотором расстоянии в глубине леса стоит плотная стена кустов, на которых растут ягоды. Пройти сквозь эту стену нельзя, но в одном ее месте есть узкий проход - "отверстие". Человек, чей коридор выйдет на стену вдали от отверстия, не обнаружит его и займется сбором ягод. По аналогии с частицами будем говорить, что в этом случае человек "поглотился" непрозрачной стеной. Человек, чей коридор выйдет на отверстие в стене, может попасть на другую ее сторону. Предположим вначале, что отверстие значительно больше ширины коридора. Если коридор придется на среднюю часть отверстия, то человек не заметит стены и будет идти,

как шел, вперед. Если коридор захватывает край отверстия, например, левый, то человек обнаруживает стену, идущую в одном направлении (налево). С некоторой вероятностью человек может поглотиться стеной, а с некоторой вероятностью - пройти за стену. Отношение этих вероятностей зависит от отношения частей коридора, пришедшихся на стену и на отверстие.

Человек, прошедший за стену, знает, что люди, идущие слева от него, натикнутся на стену и не смогут обследовать участок леса, лежащий за ней. Поэтому он будет после прохождения отверстия отклоняться влево, чтобы исследовать этот участок. Угол отклонения должен выбираться случайным образом (но с учетом некоторой функции распределения), поскольку и до, и после этого человека в этом месте проходят люди, и только случайный выбор угла обеспечит наиболее полное обследование участка "геометрической тени" за отверстием в стене. Таким образом происходит дифракция на краю.

Пусть теперь ширина коридоров больше размеров отверстия. В этом случае, как правило, коридор полностью перекрывает отверстие. Это значит, что человек видит обе части стены, и,согласно сказанному выше, для исследования области геометрической тени может после отверстия отклониться и вправо, и влево. Чем больше отношение длины волны к размеру отверстия, тем более вероятна (с точки зрения человека) бо́льшая протяженность стены в обе стороны, и, следовательно, тем на больший угол он может отклоняться за отверстием. Таким образом получается функция распределения по углам. Но выбор угла отклонения опять должен делаться случайным образом.

С увеличением отношения длины волны (ширины коридора) к размеру отверстия вероятность прохождения человеком отверстия уменьшается, а вероятность "поглощения" стеной увеличивается. Однако вопрос "пройти или остаться" каждый человек опять должен решать случайным образом.

Описанный пример составлен по аналогии с опытом по дифракции частиц на малом отверстии в непрозрачном экране.Очень интересно было бы провести его в действительности с людьми. Еще более интересно (и принципиально важно) провести с людьми опыты, где может проявляться интерференция, например, прохождение через два отверстия в стене, расположенных друг от друга на расстоянии порядка длины волны. В этом случае человек будет знать о существовании обоих отверстий, но проходить он может, естественно, только через какое-то одно. Выбор отверстия человек сделает случайным образом, но его знание о существовании второго отверстия наложит отпечаток на его поведение за стеной. Будут ли наблюдаться чередования максимумов и минимумов интенсивности в углах рассеяния, аналогично тому, что имеет место в опытах по дифракции частиц на двух отверстиях?

Приведем соображения, по которым такая интерференция может происходить. Предположим, что в приведенном выше примере в стене действительно имеется не одно, а два отверстия, расположенных друг от друга на расстоянии порядка длины волны - размера коридора, просматриваемого движущимся человеком.Этот случай является главным для нашего рассмотрения, поскольку именно в нем проявляется интерференция.[I)] Дойдя до стены и обнаружив отверстия, человек с известной долей вероятности может предположить, что стена справа и слева имеет такие же и так же расположенные отверстия, т.е. представляет собой (в ближайшей окрестности) правильную решетку. Теперь задача человека - исследовать области за стеной, приходящиеся на "геометрическую тень" от решетки. Эта тень имеет периодическую структуру. Весьма вероятно, что в некотором смысле оптимальной стратегией с точки зрения охвата новой территории будет движение человека за стеной с функцией распределения по углам, также имеющей некую периодичность.

Эксперименты с людьми удобнее, по-видимому, делать не в натуре, а на специальных устройствах типа тренажеров, используемых при обучении шоферов и летчиков. Важным условием, особенно при наблюдении интерференции, является относительная однородность состава участников эксперимента - аналог "монохроматичности" в опытах на частицах.

Положительные результаты подобных экспериментов с людьми сделали бы нашу аналогию более правдоподобной и привели бы,

I) Если длина волны больше расстояния между отверстиями, то они оба работают как одно; если же длина волны много меньше расстояния между отверстиями, то они работают независимо, как одиночные.

вероятно, к установлению некоторых законов поведения людей, записываемых в волновой форме. В свою очередь эти "волновые уравнения" (как и уравнение Шредингера) должны получаться оптимизацией некоторой функции, которую в данном случае, в согласии с психологической и социологической терминологией, можно назвать "целевой", несмотря на то, что человек сам не всегда ясно представляет цель своих поступков.

Приведем еще пример аналогии человек-частица, связанной не с движением мысли, как у Бора, а с ее состоянием. Если мы имеем полный набор альтернативных (взаимоисключающих) мыслей о каком-либо предмете наших рассуждений, то этот набор аналогичен базисному набору состояний в квантовой механике. Если человек верит в справедливость только одной из альтернатив, он находится в "чистом" состоянии. Если же он допускает с известной долей вероятности существование нескольких альтернатив, то он находится в "смешанном" состоянии. Но по собственному опыту мы знаем, что это смешанное состояние во времени проявляется дискретно: то, во что мы верили вчера, сегодня кажется нам абсурдным, однако завтра мы можем склониться к третьему варианту или вернуться к первому. Т.е. человек верит главным образом то в одну, то в другую альтернативу и, соответственно, находится в каждом (почти) чистом состоянии в среднем такое время, которое соответствует его вере в эту альтернативу. Если мы поставим эксперимент, т.е. спросим человека, что он думает по данному вопросу, то он будет взаимодействовать с нами как квантовомеханический объект (частица, атом) с измерительным прибором: человек "обнаружится" в том состоянии, в которое он "проквантовался", причем это состояние фиксируется в результате взаимодействия с "прибором". Социологический опрос большого числа людей, близких по образованию и образу жизни, дает весь спектр мнений, каждое частное высказывание в котором есть событие случайное. Такой опрос аналогичен физическому эксперименту со многими частицами, находящимися в смешанном состоянии, например, пропусканию пучка атомов через прибор Штерна-Герлаха.

Если разумность людей у нас сомнения не вызывает, а существование волновых законов их поведения можно рассматривать как гипотезу, то в отношении частиц ситуация обратная. Волновые законы их движения были установлены более полувека назад. Сомнение вызывает разумность частиц. Поэтому здесь желательна постановка экспериментов, выявляющая более существенные проявления разумности, нежели только случайное поведение в некоторых обстоятельствах. Хотя, в принципе, не исключено пассивное наблюдение за микрочастицами в "естественных" условиях для выявления признаков их разумности, вплоть до поисков сигналов, адресованных непосредственно нам, постановка специальных экспериментов представляется гораздо более эффективным путем.

3. Постановка экспериментов и программа теоретических исследований

Прежде всего заметим, что в экспериментах на разумность решающую роль должно играть не силовое-энергетическое воздействие, а воздействие информационное. Пришельцы на Землю из других миров вряд ли стали бы определять уровень интеллекта людей, погружая их в ванну, бросая с Пизанской башни или сталкивая друг с другом в экспериментах на встречных пучках. Но именно так, с позиции силы, обращались мы до сих пор с частицами. Конечно, информационное воздействие невозможно без силового. Тем не менее речь или музыка, чертеж или картина существенно отличаются от временного или пространственного шума по своему воздействию на разумный объект, хотя могут содержать тот же набор временных и пространственных частот и амплитуд.

Далее, можно предположить различную реакцию частиц на информационное воздействие:

0. Никакой заметной нам реакции.
1. Реакция, показывающая, что идет прием информации.
2. Реакция, показывающая, что информация расшифровывается правильно.
3. Передача встречных сигналов.

Соответственно можно говорить о нулевом, первом, втором и третьем уровне информационного контакта. Если мы, кроме того, способны к расшифровке принимаемой информации, можно говорить о четвертом уровне контакта - двухстороннем информационном

контакте. I – 4 уровни подразумевают, конечно, достаточно высокую культуру наблюдения и расшифровки, в противном случае может происходить понижение уровня контакта, вплоть до нулевого.

Любой разум (в том числе человеческий) может проявиться только там, где есть возможность выбора. Законы квантовой механики допускают такую возможность. Результат выбора зависит от информации, имеющейся у разумного объекта, будь то человек или частица. Поэтому, действуя на частицу информацией, можно ожидать изменение ее функции выбора, если она (частица) разумна.

Ниже описаны примеры экспериментов, направленных главным образом на установление информационных контактов первого уровня. Они могут быть условно разделены на два типа. В первом типе экспериментов поток частиц разветвляется, проходя некоторое дерево путей. Выбор направления движения частицы в каждом следующем узле дерева в принципе может зависеть от "опыта" частицы, накопленного ею на предыдущих отрезках пути. Наблюдая распределение частиц в выходных каналах, мы можем судить о разумности частиц. Во втором типе экспериментов частицы циркулируют в замкнутом объеме, в одной части которого они могут получать некоторую информацию. Если частицы разумны и если предлагаемая информация их интересует, то они будут собираться в этой части объема (если, конечно, условия эксперимента это позволяют).

Схема эксперимента первого типа изображена на рис.2. Исходный пучок частиц (на рис.2 – внизу) попадает на систему делителей (на рис.2 обозначены кружками), каждый из которых делит падающий на него пучок квантовомеханическим способом на два пучка (часть частиц при этом может поглощаться). Квантовомеханический способ деления характерен тем, что каждая из входящих в делитель частиц имеет отличную от нуля вероятность попасть в один из выходящих из делителя пучков (назовем их для определенности "правым" и "левым"). Альтернативный способ деления, который можно назвать геометрическим, состоял бы в том, что часть входящих частиц имела бы отличную от нуля вероятность попасть только в один из выходящих пучков, в то время как оставшаяся часть частиц имела бы отличную от нуля

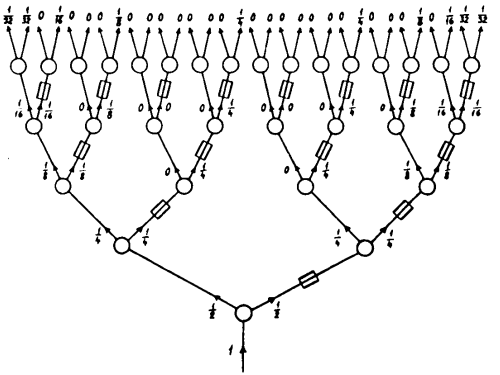

Рис.2. Схема информационного эксперимента первого типа. Кружками обозначены квантовомеханические делители, прямоугольниками – информационные ячейки. Цифры обозначают вероятность обнаружения частицы в случае информационного контакта I-го уровня при максимально быстром формировании жесткого ненарушаемого условного рефлекса. Поглощением в делителях и ячейках пренебрегается.

вероятность попасть только в другой выходящий пучок. Например, для частиц света – фотонов – полупрозрачное зеркало является квантовомеханическим делителем, а непрозрачное зеркало с дыркой – делителем геометрическим. Для атомов квантовомеханическим делителем может служить прибор Штерна-Герлаха. Пучок атомов водорода, лития или серебра в основном состоянии с определенной поляризацией спина валентного электрона[1] разделяется таким прибором на два примерно равных по интенсивности противоположно поляризованных пучка, если направление магнит-

[1] Такой поляризованный пучок может быть получен из "естественного" пучка также с помощью прибора Штерна-Герлаха. См. по этому вопросу [5], т.3, гл.4.

ного поля перпендикулярно направлению пучка и направлению начальной поляризации спина. Таким образом, в соответствии со взглядами, развиваемыми в этой статье, проходя каждый из делителей рис.2, частица может выбирать, куда ей идти: направо или налево.

Все делители на рис.2 идентичны друг другу и сконструированы таким образом, что в соответствии с имеющимися на сегодняшний день теоретическими представлениями и практическим опытом каждый из них должен делить пучок входящих частиц поровну, т.е. интенсивности правых и левых выходящих пучков должны быть равны. Соответственно равны между собой по интенсивности будут и пучки, выходящие из всей системы делителей в верхней части рис.2.

Введем теперь в каждый правый канал информационную ячейку (прямоугольники на рис.2) - устройство, не изменяющее интенсивность проходящего через него пучка, но предлагающее частицам некоторую информацию. Для фотонов такая ячейка может состоять из набора прозрачных пластинок (лучше расположенных под углом Брюстера), а кодирование информации осуществляется за счет различий в материале пластинок, их толщине, размерах промежутков между пластинами. Например, каждая информационная ячейка может включать 10 стекол толщиной А и 10 стекол толщиной В. Мы можем расположить их в таком порядке:

BBABBBABBA AABAAABAAB.

В двоичном (прямом и инверсном) коде здесь два раза зашифровано число

0010001001 = 137,

постоянная тонкой структуры. Дублирование использовано для отличия этой информации от случайной последовательности. При необходимости поглощение (вообще любое обычное силовое-энергетическое воздействие: рассеяние, замедление, отклонение и т.п.), вносимое информационными ячейками, можно скомпенсировать, вводя в каждый левый канал компенсирующие ячейки, не несущие информацию (точнее несущие меньшую или менее интересную, как нам кажется, информацию), но вносящие такое же поглощение (замедление, отклонение и т.п.). Например, вышеописанную ячейку с 20 стеклами можно компенсировать, вводя в левый канал ячейку из таких же стекол, расположенных в случайном порядке, или в порядке

BBBBBBBBBB AAAAAAAAAA .

Для пучков атомов, разделяемых приборами Штерна-Герлаха, информационные и компенсирующие ячейки могут включать изменяющиеся в пространстве электрические и магнитные поля, по возможности не нарушающие состояние поляризации пучков.

В ячейках, размещенных в одном и том же ряду (на рис.2 таких рядов четыре) записана одна и та же информация, но при переходе от ряда к ряду она изменяется, в каждом последующем ряду составляя продолжение предыдущей.

С точки зрения существующих представлений введение информационных ячеек или, более точно (если опыт проводится с компенсацией), - их отличие от компенсирующих ячеек не должно оказать никакого влияния на частицы и не должно нарушить их равномерное распределение в выходных каналах. Однако если частицы разумны и в состоянии заметить предлагаемую информацию, они могут заинтересоваться ею. Через некоторое число каскадов деления частицы отметят, что информация подается только в правых каналах, и начнут предпочитать выбор правых каналов при прохождении последующих каскадов делителей. Другими словами, у частиц выработается условный рефлекс на наш способ подачи информации. Такое разумное поведение частиц приведет к изменению их распределения в выходных каналах всей системы. Это распределение станет неравномерным и в простейшем случае информационного контакта 1-го уровня будет отражать только особенности формирования и сохранения указанного условного рефлекса. В качестве примера на рис.2 цифрами показано распределение вероятностей появления частицы в каналах делителей, которое возникает при максимально быстром формировании жесткого ненарушаемого условного рефлекса.

Поясним эксперимент рис.2, еще раз прибегнув к аналогии человек - частица. Представим себе человека, идущего по коридору. Пусть человеку задано только направление движения, как говорят психологи, "драйв". Коридор оканчивается двумя дверьми - "левой" и "правой". Не имея заранее никакого предпочтения одной двери перед другой, человек случайным образом (как бы бросая в голове монету) делает выбор двери. За дверью он находит точно такой же коридор, заканчивающийся двумя дверь-

ми, и т.д. Если в конце этого "коридорного дерева" регистрировать выходящих людей, статистически они будут распределены равномерно между выходными дверьми.

Представим теперь, что в каждом коридоре, следующем за каждой правой дверью, звучит музыка или человеческая речь, или стены увешаны картинами или плакатами и т.п., иначе говоря, человек получает здесь некоторую информацию. Напротив, в коридорах, следующих за левыми дверьми, человеку предлагается гораздо меньше информации: здесь тихо, а стены покрашены однотонно, или, для компенсации, есть только "шумовые" звуки и картины, т.е. воздействия, несущие мало информации. Тогда, если предъявляемая информация интересует человека, он сознательно будет предпочитать открывать правые двери.

В экспериментах типа рис.2 могут наблюдаться также эффекты, связанные с проявлением информационных контактов 2-го и 3-го уровня: частицы могут делать выбор направления деления согласно нашим указаниям, содержащимся в информационных ячейках, а также передавать нам свою информацию в двоичном коде "правое" - "левое" при прохождении системы делителей. Экспериментальные установки при этом, однако, существенно усложняются, поскольку необходимо увеличение числа каскадов и регистрация интенсивности всех промежуточных пучков.

Схема эксперимента второго типа изображена на рис.3. Для определенности и простоты будем считать, что эксперимент ставится на фотонах.[1] Импульсы света, генерируемые лазером с внутренним или внешним модулятором (на рис.3 - слева), запускаются в объем, ограниченный двумя зеркалами А и В с коэффициентом отражения порядка 99% и более.[2] Если зеркала выставлены с достаточной точностью перпендикулярно направлению распространения света, световой импульс успеет претерпеть несколько сотен отражений, прежде чем покинет объем АВ или существенно затухнет. При каждом отражении небольшая доля света

1) Хотя эксперименты с фотонами в техническом выполнении, по-видимому, наиболее просты, сами фотоны, как нам кажется, являются сравнительно примитивными частицами, и в этой связи, возможно, не лучшим объектом при исследованиях на разумность.

2) Для монохроматического излучения современные многослойные зеркала имеют коэффициенты отражения 99,95% и более.

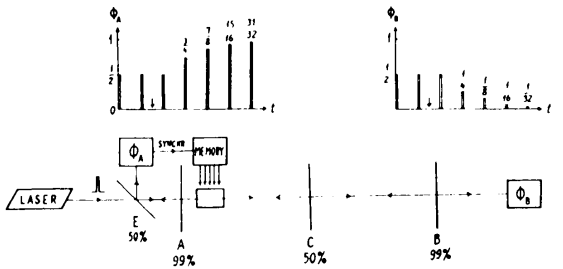

Рис.3. Схема информационного эксперимента второго типа. А, В, С, Е - зеркала, I - информационная ячейка, Φ_A, Φ_B - фотоприемники. Вверху даны распределения амплитуд выходных импульсов во времени при информационном контакте I-го уровня и максимально быстром формировании жесткого ненарушаемого условного рефлекса. Момент включения информационной ячейки обозначен стрелкой. Поглощением света в зеркалах и ячейке пренебрегается.

(менее I%) проходит сквозь зеркала А и В. Эти выходные импульсы регистрируются фотоприемниками Φ_A и Φ_B (между зеркалом А и источником импульсов с этой целью установлено полупрозрачное зеркало Е). Длительность световых импульсов выбирается такой короткой, чтобы пространственный размер импульса был много меньше, чем расстояние между зеркалами АВ. Посередине между зеркалами А и В и параллельно им устанавливается полупрозрачное зеркало С, коэффициенты пропускания и отражения которого близки к 50%, а поглощение мало (менее I%).[1] При этом частота выходных импульсов увеличивается в два раза, а амплитуда уменьшается в два раза; несколько уменьшается и время затухания в связи с потерями в зеркале С и его непарал-

1) Малость поглощения является обязательным условием, в то время как пропускание и отражение в принципе могут быть любыми (но много большими, чем поглощение).

лельностью зеркалам А и В. Плотности излучения в объемах АС и ВС примерно равны; амплитуды выходных импульсов за зеркалами А и В равны с точностью до коэффициентов пропускания этих зеркал.

Введем теперь в одну из половин "рабочего объема", например, АС, информационную ячейку (показана на рис.3 прямоугольником). Желательно, чтобы эта ячейка вносила в систему малое затухание и число проходов импульса в рабочем объеме оставалось достаточно большим. Желательно также, чтобы при каждом новом проходе импульса через ячейку фотоны могли получать новую информацию. Сделать это можно двумя способами. Во-первых, можно заменять информацию в ячейке за время между двумя последовательными проходами импульса через нее. Для этого ячейка должна быть управляемой и с достаточно высокой скоростью переключения. Во-вторых, несколько изменив направление светового пучка, можно сделать путь импульса в рабочем объеме зигзагообразным; при этом один и тот же фотон будет каждый раз проходить в другом участке информационной ячейки. Несколько усложнив структуру ячейки, можно добиться того, что фотон каждый раз при этом будет получать новую информацию.

С точки зрения обычных представлений введение информационной ячейки не должно существенно отразиться на поведении светового импульса в объеме АР и на параметрах выходных импульсов. Если же фотоны разумны, способны воспринимать предлагаемую информацию и она их интересует, то через некоторое число проходов по объему АВ у них выработается условный рефлекс и они будут предпочитать оставаться в объеме АС, чтобы получать информацию в ячейке. Эту возможность дает им свобода выбора при взаимодействии с зеркалом С. А именно, фотоны будут преимущественно отражаться от зеркала С, падая на него слева, и преимущественно проходить через зеркало С, падая на него справа. Плотность излучения в объеме АС и амплитуда выходных импульсов за зеркалом А увеличатся (в пределе - в два раза); соответственное уменьшение плотности излучения и выходных импульсов (в пределе - до нуля), будет наблюдаться для объема СВ.

На рис.3 вверху даны графики интенсивности выходящих пучков как функции времени в случае информационного контакта I-го

уровня и максимально быстрого формирования жесткого ненарушаемого условного рефлекса. Момент включения информационной ячейки обозначен стрелкой. Время между соседними импульсами равно времени прохождения светом расстояния между зеркалами А и В. Поглощение света в системе считается пренебрежимо малым.

При практической постановке эксперимента следует учитывать, что в момент вхождения исходного импульса в рабочий объем от зеркала А отражается бо́льшая часть этого импульса, на 4-6 порядков превосходящая следующие в дальнейшем выходные импульсы, и принять меры по защите регистрирующей аппаратуры от перегрузок.

В экспериментах этого типа также могут проявляться эффекты, связанные с появлением информационных контактов 2-го и 3-го уровня: частицы могут делать выбор результата взаимодействия с зеркалом С согласно нашим указаниям, содержащимся в информационной ячейке, а также передавать нам свою информацию, закодированную в амплитуде выходных импульсов.

В описанном эксперименте вместо коротких световых импульсов можно использовать также непрерывное облучение. Необходимо только, чтобы пространственная длина локализации каждого фотона (длина его цуга волн или, по другой терминологии, длина когерентности) была бы много меньше, чем расстояние АВ. В противном случае фотон не может четко фиксировать деление объема АВ на две части и разницу между ними, т.е. не сможет локализовать пространственное положение информационной ячейки. Длина цуга волн, излучаемого свободными атомами, может быть порядка 10 ÷ 1 см и даже менее, что вполне достаточно для эксперимента. Поскольку обычные источники света дают не столь направленные пучки, как лазер, следует принять меры для предотвращения ухода излучения через боковую поверхность рабочего объема, выполнив рабочий объем в виде составного световода с торцами А и В и зеркалом С в зазоре. При подаче информации, сменяющейся с периодом АВ/с (с - скорость света в световоде), можно ожидать накопления фотонов в области АС и, соответственно, увеличения силы выходящего света из торца А и уменьшение силы света, выходящего из торца В. Практически регистрировать можно будет только второй эффект, поскольку

первый будет маскироваться гораздо более сильным светом, идущим от зеркала А в результате отражения первоначального светового пучка.

Вариант опыта с непрерывным излучением менее удачен, чем с импульсным, и приведен главным образом, чтобы показать, что групповая локализация частиц в рабочем объеме не является обязательным условием. Важно только, чтобы каждая из частиц была достаточно локализована для того, чтобы она могла чувствовать особенности объема. Кроме того, важно, чтобы частицы не испытывали сильных посторонних возмущений, отвлекающих их от существенных моментов информационного эксперимента. Последнее условие можно сформулировать так: длина свободного пробега частиц, определяемая всеми посторонними возмущениями, должна быть много больше размеров АВ.

Аналогичное замечание можно сделать по поводу условий эксперимента рис.2 : частица должна быть локализована с точностью, много лучшей, чем расстояние между последовательными делителями, и иметь длину свободного пробега (без учета взаимодействия с делителями и ячейками) бо́льшую, чем размеры установки.

Выше мы уже упоминали о возможности информационных опытов с атомами, когда в качестве квантовомеханических делителей используются приборы Штерна-Герлаха.

По-видимому, благоприятные условия для информационного эксперимента можно получить также со сверхпроводящими электронами. В этом случае объемами АС и СВ будут два куска сверхпроводника, частицами - куперовские пары электронов, полупрозрачным зеркалом - тонкая диэлектрическая прослойка между сверхпроводниками, способная частично пропускать пары электронов за счет туннельного эффекта.[1] Такие конструкции широко используются в экспериментах по сверхпроводимости, особенно при исследованиях эффектов Джозефсона. При подаче тем или иным способом потока информации в один из кусков сверхпроводника можно ожидать преимущественный переход куперовских пар в этот кусок, что приведет к появлению разности потенциалов

[1] Как было отмечено выше, коэффициент прозрачности зеркала С (в данном случае - туннельного барьера) не обязательно равен 50%, а может варьироваться в широких пределах.

между кусками.

Внимательный читатель уже заметил, конечно, что в приведенных примерах экспериментов нарушается второе начало термодинамики. А именно, не совершая какой-либо физической работы над системой частиц, мы переводим равномерное распределение частиц в неравномерное, характеризующееся меньшей энтропией. Особенно хорошо это видно на примерах экспериментов второго типа, где происходит "самопроизвольное" сжатие фотонного или электронного газа. Сжатый газ может, расширяясь, совершать работу и таким образом мы можем построить вечный двигатель второго рода.

Указанное обстоятельство следует рассматривать как парадокс, подчеркивающий недостаточность классической формулировки второго начала термодинамики. Он весьма напоминает парадокс Максвелла. Напомним, что Максвелл рассматривал замкнутый объем с газом, разделенный пополам перегородкой с маленькой дверцей. Около дверцы размещается некое существо (вошедшее в науку под именем "демона Максвелла"), которое может различать приближение отдельных молекул к дверце. Демон открывает дверцу только перед молекулами, идущими с одной определенной стороны. Через некоторое время часть объема, расположенная с этой стороны, остается пустой, все молекулы собираются в противоположной части объема.[1] В нашем случае роль дверцы выполняет полупрозрачное зеркало С, демон сидит в каждой частице, а искуситель - в экспериментаторе.

Обсуждение парадокса Максвелла продолжается до сих пор. Большинство придерживается мнения, что проблема демона выводит нас за рамки традиционной статистической термодинамики и требует включения туда идей теории информации. На связь между энтропией и информацией впервые указал Сцилард [20] , ее обсуждали Габор [21] и особенно подробно - Бриллюэн [22] . Хороший обзор проблемы демона Максвелла можно найти в [23] .

Согласно этим авторам информация и энтропия эквивалентны.

[1] В оригинальном варианте демон пропускал в одну сторону быстрые молекулы, а в другую - медленные, создавая не разность концентраций, но разность температур, что также противоречит второму началу. Вариант, приведенный в тексте, предложен современниками Максвелла как эквивалент, более удобный для обсуждения.

Всякое измерительное устройство, вырабатывая информацию, одновременно продуцирует энтропию, переводя высококачественные виды энергии в тепло. "Мы ничего не можем получать даром, даже наблюдения", - говорит по этому поводу Габор. У демона, в частности, энтропия производится как в его устройствах индикации молекул, так и в его "организме". Это производство энтропии ΔS превышает полученную информацию ΔI или, в крайнем случае обратимого процесса, равно ей, т.е.

$$\Delta S \geq \Delta I \ .$$

Написанное неравенство и является, по мнению Бриллюэна, уточненной формулировкой второго начала термодинамики вместо прежнего

$$\Delta S \geq 0 \ .$$

Величина ΔI может быть в свою очередь использована для уменьшения энтропии, что и делает демон Максвелла, сжимая газ. Изотермически расширяя сжатый демоном газ и потребляя тепло от окружающего термостата, можно производить высококачественную механическую работу. Если процесс идет обратимым образом, то система приходит в исходное состояние, произведенная газом работа в точности равна затраченной ранее демоном и его приборами на получение информации, а полученное газом от термостата тепло равно теплу, переданному ранее термостату демоном и его приборами.

С этой точки зрения нет ничего удивительного в том, что запасенная человеком информация, на получение которой в свое время ушло много высококачественной энергии, может быть использована для производства работы. И у людей, как известно, не только хлеб, но и зрелища используются для оплаты работы. Понятно, что в термодинамике для этого тоже обязательно нужны разумные существа или машины, но уже на микроуровне. Демон Максвелла не слишком разумен, он работает только со специфической информацией в реальном масштабе времени и в принципе может быть заменен простейшим микроавтоматом. Предполагается, что наши частицы гораздо умнее, если могут заинтересоваться неспецифической информацией и работать не от нее, а за нее.

Как видим, даже простейший информационный контакт (I-го уровня) с разумными частицами может быть использован для практических целей. Естественно, что информационные контакты

2-го, 3-го и 4-го уровней сулят еще большие возможности.[1] Однако обсуждать их в деталях сейчас, конечно, преждевременно.

На этом мы закончим обсуждение экспериментов и сделаем несколько замечаний о теоретической разработке гипотезы разумных частиц. Здесь можно выделить три направления:

I. Разработка абстрактной теории, выявляющей наиболее общие черты структуры и закономерности поведения разумных систем.

2. Получение известных и вывод новых законов рождения, существования, движения и превращения частиц в квантовой механике, квантовой электродинамике, теории элементарных частиц и ядерной физике, исходя из некоторых принципов внутренней разумности и целенаправленности действий частиц.[2]

3. Разработка семантических, лингвистических и технических аспектов связи между нами и частицами.

Результаты, полученные на этих направлениях, могут иметь приложение также и к человеческому обществу и проблеме связи с внеземными цивилизациями. Фактически первый и третий вопросы уже развиваются в рамках теоретической кибернетики и теории связи.

4. Дополнительные соображения

Как мы уже отмечали выше, предположение о "разумности" элементарных частиц открывает широкие возможности для различных спекуляций. Этот раздел дает примеры таких спекуляций. Автор вполне отдает себе отчет в том, что серьезно разговаривать на эту тему лучше только после положительных результатов

[1] Для микроэлектроники, инженерной генетики, искусственного интеллекта и т.п.

[2] Известно, насколько органично экстремальные принципы (типа принципа наименьшего действия) вписываются в различные физические теории (см., например, [24]). Это обстоятельство порождало тео- и телеологические истолкования, однако до сих пор не имело удовлетворительного материалистического объяснения. В нашей концепции телеология экстремальных принципов получает такое объяснение и обратно - существование экстремальных принципов является еще одним указанием на справедливость гипотезы о "разумности" частиц".

экспериментов, описанных в предыдущем разделе. Тем не менее необычность гипотезы о разумных частицах сразу ставит перед читателем ряд очевидных вопросов, например, почему частицы до сих пор сами не установили с нами информационных контактов, или как понимать феномен тождественности элементарных частиц и т.п. Эти вопросы настолько фундаментальны, что отсутствие на них хоть каких-нибудь ответов (даже неправильных) оставляет чувство неудовлетворенности, мешающее, в частности, спокойной постановке экспериментов.

Начнем с вопроса о контактах. Сложность нашего общения с разумным микромиром (если таковой существует) определяется большой разницей пространственных и временных масштабов жизни. Предположим (за неимением других вариантов), что разница в пространственных масштабах функционально аналогичных (в смысле разумности) структур составляет 10^{21} раз: примерно так соотносятся размеры солнечной системы и атома. Можно предположить, что и разница во временном масштабе достаточно велика, причем время в микромире (оцениваемое не в абсолютной шкале, а на события) течет быстрее, чем у нас. Опять-таки за неимением других вариантов предположим, что разница временных масштабов также имеет порядок 10^{21} раз.

Это значит, что если мы между собой общаемся на частотах 10^{-1} - 10^{6} гц, то характерные частоты общения для микромира будут 10^{20} - 10^{27} гц. Ясно, что мы не можем передавать или принимать информацию в этом частотном диапазоне. Если предположить, что встреча может произойти где-то посередине, то мы получим частотный диапазон для контактов 10^{10} - 10^{16} гц. Для нас это - за пределом сегодняшних возможностей, которые по порядку величины равны 10^{8} гц.

Однако выбранная выше оценка характерных времен для микрочастиц весьма произвольна. Во-первых, временной масштабный фактор может быть меньше, чем 10^{21}. Во-вторых, и это главное, можно предполагать, что цивилизация частиц - гораздо более старая (в своем масштабе времени), и смогла освоить более низкие для себя частоты. Указанием на это могут служить большие времена стабильной жизни многих элементарных частиц и

атомов.[1]

С другой стороны, существуют трудности пространственного масштаба. Так, по-видимому, частицам сложно получать и передавать информацию непосредственно в наши каналы связи, рассчитанные на макроскопические органы чувств человека и действующие в условиях относительно высокого уровня посторонних сигналов и помех. Аналогичное замечание можно высказать и в отношении людей. По имеющимся у нас представлениям невозможно создать такой прибор (микроскоп с нашей точки зрения и телескоп с точки зрения частиц), который бы преобразовывал пространственные изображения с масштабом 10^{21} раз. Кроме того, в реальных условиях частицы также подвержены частым и сильным возмущениям, по сравнению с которыми наши редкие и слабые световые и звуковые сигналы незаметны. Поэтому, например, на вопрос, знают ли частицы о нашем разумном существовании и если знают, то почему не устанавливают с нами контакт, трудно дать ответ, даже если предположить, что частицы разумны и хотят установить такой контакт. Во всяком случае создание для контактных экспериментов специальных установок, подобных описанным выше, крайне желательно. Тогда этот вопрос, как и многие другие, можно будет адресовать непосредственно частицам и надеяться получить ответ "из первых уст".

Теперь перейдем к вопросу, почему элементарные частицы, во всяком случае те, которые нам сейчас известны, четко делятся на сорта, внутри которых они тождественны, и не является ли тождественность указанием на их предельную простоту, т.е. "элементарность".

На этот вопрос можно ответить так: тождественность является не только признаком элементарности, но и - с некоторого уровня - признаком большой сложности. Наиболее сложные из из-

[1] Интересно,что в уже цитированной повести А.Платонова трудность общения с микромиром также объясняется разностью характерных времен. Только у Платонова соотношения обратные: поскольку "... время жизни электрона должно исчисляться цифрой пятьдесят - сто тысяч земных лет,.... каждый физиологический процесс в организме электрона протекает с такой угрожающей медленностью, что устраняет возможность непосредственного наблюдения этого процесса даже в самый чувствительный прибор. Это обстоятельство делает природу в глазах человека мертвой".

вестных нам объектов - люди - относительно очень одинаковы, особенно в своих физических проявлениях (а ведь именно физические характеристики частиц мы до сих пор измеряли). Люди имеют довольно узкие распределения по росту, весу, форме, внутреннему строению, продолжительности жизни, а также типу, объему и скорости функционирования. Результаты мировых рекордсменов в отдельных видах спорта отличаются от средних результатов людей той же возрастной группы не более чем в два раза. Вследствие более интенсивного обмена материальными продуктами и, что важнее, - информацией (в том числе генетической), вследствие приближения укладов жизни, форм и объема образования идет процесс дальнейшей относительной физической и умственной нивелировки на фоне растущего среднего уровня. Число людей быстро увеличивается, они вытесняют других представителей фауны и флоры.

Рассмотрим другой пример. Конструкции самолетов, строившихся на заре развития авиации, были очень разнообразны, но просты и доступны в изготовлении рядовым мастерским. Сейчас это разнообразие стало относительно гораздо меньше, а если смотреть по тиражу, то преобладают всего несколько моделей. Сами конструкции стали гораздо сложнее и изготавливаются на больших специализированных предприятиях. Аналогичные замечания можно высказать в адрес автомобилей и космических кораблей.

Общая закономерность такова: чем сложнее объект (в том числе разумный), тем дороже перестройка производства, тем выгоднее массовый выпуск, тем жестче конкуренция и отбор. Если считать, что "элементарные" частицы - это сложные образования, прошедшие очень длительный отбор (в своем масштабе времени), то не следует удивляться, что "выжило" ограниченное число их моделей.

Изложенная точка зрения не исключает, а скорее предполагает, что с увеличением нашей информации о частицах мы сможем делать различия между частицами, тождественными в рамках сегодняшней квантовой механики. В первую очередь эти различия, вероятно, будут наблюдаться в сфере "разума", но уже за пределами тех простых его проявлений, которые мы находим в квантовой механике. Здесь к месту опять вспомнить Лейбница [I5]:

"Точно так же каждая монада должна быть отлична от другой. Ибо никогда так не бывает в природе двух существ, которые были бы совершенно одно как другое и в которых нельзя было бы найти различия внутреннего или же основанного на внутреннем определении".

Идея об "искусственном" происхождении окружающей нас материи выглядит весьма заманчиво. По аналогии можно заметить, во-первых, что люди начали использовать известняк, ракушечник и кораллы в качестве строительных материалов гораздо раньше, чем догадались об их "искусственном" происхождении, и, во-вторых, что в настоящее время уже разрабатываются многочисленные проекты освоения человечеством космического пространства с построением искусственных сооружений огромных масштабов. Эти сооружения будут первоначально производиться в Солнечной системе и разлетаться от нее по всем направлениям, организуя материю планет, звезд, пылевых и газовых облаков, и, в свою очередь, отправляя ее в периферические (относительно Солнца) области. Если этот процесс экспансии человека во Вселенную наблюдать "извне", то он будет весьма подобен взрыву, особенно если следить за характеристиками материи, имеющими искусственное происхождение, например, радиосигналами. Можно предположить, что похожий процесс на уровне частиц (с масштабным фактором 10^{-21}) начался 10-20 миллиардов лет назад (т.н. "горячая Вселенная" или " big bang "), т.е. что именно тогда производство частиц (= микрокосмических кораблей и станций) было поставлено "на поток", заработали конвейеры по производству частиц и начался процесс освоения и преобразования "праматерии", процесс распространения не только и не столько материи и энергии, сколько информации и организации. С этой точки зрения вся наблюдаемая нами материя, по-видимому, в основном - "искусственного" происхождения.

Искусственностью, "сделанностью" элементарных частиц можно попытаться также объяснить встречающиеся в микромире нарушения симметрий (нарушение P и CP симметрии,[1)] преобладание вещества над антивеществом). Аналогичные нарушения симметрии можно найти в живом веществе, например, существование только

1) P-симметрия относительно пространственного отражения, C - зарядовое сопряжение (замена вещества антивеществом) CP - их комбинация.

"левых" или только "правых" молекул различных органических соединений, несмотря на то, что физические законы допускают существование обоих изомеров. Практика получения некоторых таких молекул в обычных химических реакциях действительно показывает, что выходящий продукт содержит оба изомера в одинаковых количествах. Причина асимметрии живой природы состоит здесь в "сделанности" ее органических молекул: все они "производятся" на аналогичных "станках", работающих по одинаковым программам, и эта программа, заданная вначале, возможно, случайно, становится законом. Другой пример "сделанной асимметрии" - винты в нашем техническом мире. Если наугад вывернуть винт из какого-нибудь изделия, то на 99,9..% он окажется "правым", хотя законы физики и конструирования машин не диктуют столь сильного предпочтения.[I)]

Из факта одинаковости и асимметричности органических молекул живой природы современной наукой делается вывод о том, что жизнь на Земле (или вообще в космосе, по панспермическим представлениям) произошла в одном месте. Эта аргументация может быть распространена и на частицы, подтверждая нашу точку зрения на " big bang " и попутно"доказывая", что частицы - "живые", "сделанные" образования.

Последние годы предпринимался ряд попыток обнаружить в микромире нарушение симметрии по отношению к обращению времени. Косвенное указание на нарушение Т-симметрии дали уже опыты с распадом нейтрального К-мезона, где наблюдалось нарушение СР-симметрии. С нашей точки зрения в такой асимметричности времени не будет ничего удивительного. Поскольку разумный мир частиц до сих пор, как мы надеемся, живет и развивается, в нем должна быть, по выражению Эддингтона, "стрела времени", как это имеет место в мире человека.

Выше мы коснулись вопроса о происхождении жизни на Земле. Можно обратить внимание на то, что само возникновение первичных самопроизводящихся органических систем представляется современной науке загадочным. Даже самые простые из известных или гипотетических систем такого рода настолько сложны, что

I) В отдельных редких случаях закрученность винта детерминирована. Например, на левой педали велосипеда используется только "левый" винт.

вероятность их случайного образования в некотором органическом "бульоне" исчезающе мала. Один из основоположников современной молекулярной биологии Крик в 1971 году сказал: "Мы не видим пути от первичного бульона до естественного отбора. Можно прийти к выводу, что происхождение жизни - чудо, но это свидетельствует только о нашем незнании" (цитируется по [25]).

Фантазировать так фантазировать: можно предположить, что наша органическая жизнь была "запущена" "снизу", разумом элементарных частиц. Какая цель при этом преследовалась и как далеко была рассчитана программа развития органической жизни, как она выполнялась ? Весьма возможно, например, что на некоторой стадии развития контроль жизни "снизу" (сознательно или бессознательно) мог прекратиться. Аналогичная ситуация в наших пространственно-временных масштабах неоднократно обыгрывалась писателями-фантастами: люди создают умных роботов, программируют их развитие, а затем процесс выходит из-под контроля людей.

Предположение, что частицы есть некоторые конструкции, может помочь и в развитии теории строения элементарных частиц. Можно попробовать применить в этой теории некоторые общие принципы конструирования систем, например, разбиение более сложных конструкций на отдельные блоки, соединяемые в разных наборах и взаимных положениях. Используемые принципы должны иметь именно самый общий, системный характер, быть, так сказать, инвариантными по отношению к переходу в совсем другой физический мир. Поясним это замечание. Например, приведенное выше выражение о том, что блоки могут соединяться в различных взаимных положениях, не следует понимать в обычном геометрическом смысле, поскольку "геометрия" в микромире может быть иная. В частности, блоки могут быть повернуты друг относительно друга в каком-нибудь "изотопическом" пространстве и тогда каждый из них выступает в другом качестве.[I)]

Приведенные в этом разделе соображения можно обратить,

I) Читатель может заметить, что мы подстраиваемся здесь под кварковую модель элементарных частиц. Другой пример осторожного обращения с геометрией (указан А.Чудновским): число π может оказаться непонятным для частиц, число $e = \lim_{n\to\infty}(1 + 1/n)^n$ в этом отношении предпочтительнее.

развив кибернетическое обоснование гипотезы "разумных" частиц. В качестве исходного пункта кибернетического рассмотрения проблемы следует отметить, что в наш век продолжающегося технического прогресса человек все более упорядочивает окружающую его материю. Земледелие и животноводство, повторяя путь мануфактуры, не только стало на индустриальную основу, но и приобретает урбанистские формы. По суше движутся автомобили и поезда, море бороздят корабли. Самолеты и вертолеты освоили атмосферу, ракеты, космические корабли и станции совершают рейды в пределах солнечной системы. Разрабатываются проекты больших космических станций с населением порядка 10 тысяч человек, освоение планет солнечной системы, выход в дальний космос. Параллельно (а точнее - как часть того же процесса) идет увеличение численности человечества.

Столь стремительное развитие технической цивилизации приведет к массовому тиражированию ее материальных носителей, в свою очередь очень сложных "искусственных" объектов, прообразами которых являются современные автомобили, самолеты и космические корабли совместно с управляющими ими людьми или ЭВМ.

Рассмотрим таблицу I. В первом ее столбце перечислены некоторые характерные свойства массовых сложных искусственных объектов, а во втором и третьем столбцах отмечено, какими из этих свойств обладают "сложные" (например, автомобиль) и "очень сложные" объекты. В третий столбец мы включили не только симбиоз "человек - машина", но и просто людей и животных, которые можно с кибернетической точки зрения также рассматривать как очень сложные искусственные объекты (продукты эволюции). Мы не будем обсуждать перечисляемые свойства объектов и их конкретное выражение, считая этот вопрос достаточно ясным для нашего уровня изложения. Особого внимания заслуживает последняя строка нашей таблицы, соответствующая свойству "случайность". Здесь имеется в виду использование случайного выбора как оптимальной тактики поведения, о чем много говорилось в разделах 2 и 3.

Переходя к элементарным частицам (столбец 4), мы обнаруживаем, что они обладают почти всеми свойствами очень сложных массовых искусственных объектов. Они представляют собой

Таблица I. Некоторые свойства сложных массовых искусственных объектов и элементарных частиц.

Объекты / Свойства	Сложный массовый искусственный объект (велосипед, пишущая/швейная машинка, телевизор, автомобиль, самолет, космический корабль).	Очень сложный массовый искусственный объект (большая ЭВМ, животное, человек, симбиоз: автомобиль + человек, космический корабль + человек или ЭВМ).	Элементарные частицы
Дискретность	+	+	+
сложность	+	+	+
блочность	+	+	+
массовость	+	+	+
деление на сорта	+	+	+
тождественность внутри одного сорта	+	+	+
взаимозаменяемость	+	+	+
асимметричность	+	+	+
целенаправленность		+	+
реакция на сигнал		+	?
память		+	?
разумность		+	?
случайность		+	+

дискретное многообразие; каждая частица (особенно адрон) - достаточно сложный объект (по М.А.Маркову может содержать целую вселенную). Частицы делятся на блоки (кварки), причем последние, как и блоки машин (например, мотор), относятся уже к другому многообразию, не являются автономными и в этом смысле "не существуют" в свободном виде. Частиц во Вселенной очень много, они делятся на сорта, внутри каждого сорта они тождественны и могут заменять друг друга в различных связях, что приводит к дополнительным особенностям взаимодействия (обменные силы). Аналогичная взаимозаменяемость есть и в нашем мире сложных объектов: если однотипные самолеты обслуживают несколько рейсов, то в резерве достаточно иметь только один самолет этого типа и т.п. У частиц уже обнаружена асимметрия относительно пространственного отражения, а также его комбинации с зарядовым сопряжением (нарушение комбинированной четности). Тем самым (если верна CPT-теорема) косвенно установлена асимметрия относительно инверсии времени. О целенаправленности поведения частиц говорилось уже давно в связи с вариационными формами записи законов их движения (хотя подобная точка зрения обычно рассматривалась как некий казус и критиковалась как "телеологическая"). Особая квантовомеханическая случайность поведения в мире элементарных частиц была предметом многочисленных дискуссий в среде физиков и философов. Считается, что эта случайность - совершенно новое свойство, отличное от элемента случайности в предсказании поведения классических объектов неживой природы (последний связан только с неточностью задания начальных условий и методов вычисления).

Таким образом, из рассмотрения таблицы I совершенно естественно предположить, что элементарные частицы являются очень сложными массовыми искусственными объектами, например, некими управляемыми микрокосмическими кораблями и станциями. При этом экстремальные принципы их движения действительно рассматриваются как оптимизация некоторой "экономической","исследовательской" и т.п. функции, а квантовомеханическая случайность - как оптимальная **тактика** поведения. Такое предположение, как отмечалось выше, не противоречит нашим знаниям о мире. Далее можно пытаться проверить недостающие звенья этой аналогии, т.е. установить, реагируют ли частицы на сигналы,

способны ли они запоминать информацию и, наконец, "разумны" ли они. Первые два из этих свойств фактически уже предполагают участие некоего разума в конструировании частиц. Поскольку этот разум естественно искать в самих частицах (или по крайней мере в некоторых из них), а не вне их, главным становится поиск "разума" частиц.

Такой "кибернетический" выход на гипотезу "разумности" элементарных частиц может быть является даже более естественным, чем развитый в начале этой статьи. Однако он, безусловно, встретит гораздо меньшее понимание со стороны физиков. Кроме того, порядок изложения через ключевое свойство "случайность", использованный в статье, соответствует действительному ходу формирования гипотезы "разумных" частиц у автора.

5. Заключение

I. Физика микромира продемонстрировала нам принципиально новый, не известный из классической физики вероятностный способ поведения физических объектов. Отказ от детерминизма шел с большим трудом. Эйнштейн, де-Бройль, Шредингер и другие крупнейшие физики не поддерживали "копенгагенскую" трактовку формализма квантовой механики, предложенную Борном и Бором. Однако все попытки найти"настоящую", "точную" квантовую механику окончились безрезультатно и в настоящее время считается, что вероятностное описание является не только единственно возможным, но и отражает фундаментальные свойства материи. "Электрон ни на что не похож", - говорит Фейнман[5], имея в виду, что нет аналогов квантовомеханического поведения электронов и других элементарных частиц в окружающем нас мире "классических" физических объектов.

2. В определенных условиях случайный выбор одной из некоторого набора возможностей является оптимальной тактикой поведения разумных объектов (например, человека). В противовес (или дополнение) к Фейнману можно сказать: "Поведение электрона (и других элементарных частиц) похоже на поведение человека", и выдвинуть гипотезу о существовании некоего "разума"

на уровне элементарных частиц, не конкретизируя пока это понятие, понимая его не буквально как что-то полностью соответствующее человеческому разуму, а скорее метафорически. Дополнительными "указаниями" на "разумность" элементарных частиц могут служить информационный характер волновой функции и экстремальные принципы движения. Корпускулярно-волновой дуализм в этой концепции отражает, соответственно, "материальную" и "духовную" сущность элементарных частиц.

3. По-видимому, основная черта всякой "разумности" - возможность информационных взаимодействий. До сих пор во всех экспериментах мы применяли в отношении элементарных частиц только силовые воздействия ("разговаривали" с ними "с позиции силы"). "Свобода выбора" в квантовой механике открывает возможности для постановки "информационных" экспериментов, когда наиболее существенным будет именно воздействие на частицы некоторой информацией, посылаемой экспериментатором, а сопутствующие силовые воздействия, связанные с источником информации, не существенны или компенсируются.

4. Предлагается два типа информационных экспериментов с элементарными частицами. В экспериментах первого типа частицы проходят некоторое дерево путей с информационным воздействием в отдельных его ветвях. Если частицы реагируют на подаваемую информацию, соотношение частиц в оконечных ветвях дерева должно отличаться от предсказаний существующей теории. В экспериментах второго типа частицы циркулируют в двух туннельно сообщающихся объемах. Информационное воздействие должно нарушить соотношение числа частиц в этих объемах.

5. В рамках предложенных экспериментов возможен двухсторонний обмен информацией, т.е. элементарные частицы могут не только получать нашу информацию, но и передавать нам свою.

6. Важно подчеркнуть, что сама идея постановки информационных экспериментов с элементарными частицами в науке до сих пор не рассматривалась, а все проведенные с частицами эксперименты не являются информационными даже "задним числом", т.е. в том смысле, что пересмотр их результатов не позволяет прийти к какому-либо выводу по интересующему нас вопросу.

7. Считая элементарные частицы "разумными", мы с неизбежностью должны предположить их сложную структуру. Однако дело

не только в сложности. Если бы это было так, наша гипотеза сводилась бы к гипотезе "скрытых параметров". Эти параметры никак не проявляют себя в рамках обычной квантовой механики. Гипотеза о "разуме" на субквантовом уровне, наоборот, предсказывает новые эффекты уже в обычном диапазоне низких энергий при использовании, однако, нового - информационного - воздействия на частицы.

8. Положительный исход информационных экспериментов, рассмотренных выше, противоречит не только принятым сейчас конкретным законам взаимодействия, но и общему закону - второму началу термодинамики. Это противоречие может быть разрешено, если второе начало брать в его расширенной формулировке, данной Бриллюэном. Что же касается конкретных законов, то здесь расхождения должны обнаруживаться в ситуациях, которые в естественных условиях или экспериментах до сих пор не наблюдались.

9. Наше общение с разумным микромиром (если таковой существует) затрудняется большой разницей пространственных и временных масштабов жизни. Можно ожидать, что аналогичные (в смысле отношения к разумной деятельности) пространственные и временные интервалы в микромире гораздо меньше (например, в 10^{21} раз), чем в мире человека.

10. Гипотеза разумности микромира позволяет по-новому взглянуть на уже известные фундаментальные факты, не имеющие пока удовлетворительного объяснения, такие как деление элементарных частиц на определенные сорта и тождественность частиц одного сорта, нарушение симметрий, нестационарность и расширение наблюдаемой Вселенной, происхождение органической жизни.

Р.С.Нахмансон

30 ноября 1977 г.
В окончательной редакции -
8 апреля 1979 года.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Born M., Zs.f.Physik, 37, 863; 38, 803 (1926).

[2] Bohr N., Naturwiss., 16, 245 (1928).

[3] Bohr N., in "Albert Einstein, Philosopher-Scientist", Evanston, 1949 (имеется русский перевод в "Нильс Бор, Избранные научные труды", т.2, статья 72, Москва, 1971).

[4] Heisenberg W., in "Niels Bohr and the Development of Physics", London, 1955 (имеется русский перевод: "Нильс Бор и развитие физики", Москва, 1958).

[5] Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M., The Feynman Lectures on Physics, Addison-Wesley, Massachusetts, 1963 (имеется русский перевод: Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М., Фейнмановские лекции по физике, Мир, Москва, 1976).

[6] de Broglie L., Comp.Rend., 183, 447 (1926); 185, 380 (1927).

[7] de Broglie L., La Physique Quantique Restera-t-elle Indeterministe, Paris, 1953 (имеется русский перевод в сборнике "Вопросы причинности в квантовой механике", Москва, 1955). Здесь же изложены взгляды Вижье.

[8] de Broglie L., The Revolution in Physics, London, 1954.

[9] Bohm D., Phys.Rev., 85, 166; 85, 180 (1952) (имеется русский перевод в сборнике "Вопросы причинности в квантовой механике", Москва, 1955).

[10] Bohm D., Vigier J.P., Phys.Rev., 96, 208 (1954).

[11] Bohm D., Causality and Chance in Modern Physics, London, 1957 (имеется русский перевод: Бом Д., Причинность и случайность в современной физике, Москва, 1959).

[12] Bohr N., Atomic Theory and the Description of Nature, Cambridge, 1934.

[13] Bohm D., Quantum Theory, Prentice-Hall, Inc., New York, 1952, cap.8 item 28 (имеется русский перевод: Бом Д., Квантовая теория, Физматгиз, Москва, 1961, гл.8, п.28).

[14] Роженский И.Д., Анаксагор, Москва, 1972.

[15] Лейбниц Г.В., Избранные философские сочинения, Москва, 1908.

[16] Ленин В.И., Материализм и эмпириокритицизм, Москва, 1963.

[17] Borel E., Le Hasard, Paris, 1948 (имеется русский перевод: Борель Э., Случай, Москва, 1923).

[18] Марков М.А., О природе материи, Москва, 1976.

[19] Cocconi G., in "Evolution of Particle Physics", New York, 1970.

[20] Szilard L., Zs.f.Physik, 53, 840 (1929).

[21] Gabor D., MIT Lectures, Massachusetts, 1951.

[22] Brillouin L., Science and Information Theory, New York, 1956 (имеется русский перевод: Бриллюэн Л., Наука и теория информации, Москва, 1960).

[23] Chambadal P., Evolution et Applications du Concept d'Entropie, Paris, 1963 (имеется русский перевод: Шамбадаль П., Развитие и приложение понятия энтропии, Москва, 1967).

[24] Ассеев В.А., Экстремальные принципы в естествознании и их философское содержание, Ленинград, 1977.

[25] Шкловский И.С., Вселенная, жизнь, разум; Москва, 1976.

Summary

1. In the micro-world physics a probabilitic way to describe the conduct of physical objects has arisen, which is new in principle and unknown in classical physics. The rejection of determinism has been difficult. Einstein, de Broglie, Schroedinger and other greatest physicists did not support the "Copenhagen" treatment of the quantum-mechanical formalism suggested by Born and Bohr. All the attempts to find a "true" or "exact" quantum mechanics have been to no purpose, and the probabilitic description is considered now to be not only the unique possible one, but reflecting the fundamental properties of matter. According to Feynman[5], "Electron isn't like anything", which means that there are no analogues of quantum-mechanical conduct of electrons and other elementary particles in the world of "classical" physical objects we live in.

2. In certain conditions the random choice of one of a set of possibilities is an optimum tactics of behaviour for intelligent beings (e.g., for men). One may say, contrary (or as a complement) to the words of Feynman, that "Behaviour of electron (and other elementary particles) is like human behaviour", and

suggest a hypothesis of some intelligence on the elementary particle level, without specifying, at present, this notion and understanding it as being not literally corresponding to the human intelligence, but rather as something metaforically described by this analogy. Additional "indications" of the "intelligent" nature of elementary particle may be seen in the informative character of the wave function and in the extremal principles of motion. The wave-partical dualism reflects, in this conception, the "spiritual" and the "material" nature of elementary particles.

3. The main feature of any "intelligence" as seems to be the possibility of informational interactions. Till now, in all experiments only force influences where brought upon elementary particles, i.e. we spoke to them only "from the position of strength." The "liberty of choice" in quantum mechanics opens the way to "informational" experiments, most essential feature of which should be to influence particles with some information transmitted by the experimentator; the accompanying force influences connected with the information source being inessential or compensated.

4. Two types of informational experiments with elementary particles are suggested. In the experiments of the first type particles traverse some tree made of paths, with informational influences on its separate branches. If particles would react to this information, then the relation of particles found in the extreme branches of the tree should be different from that predicted by the conventional theory. In experiments of the second type, particles circulate within two volumes connected by tunneling. The informational influence must upset the relation of particle numbers in these volumes.

5. In the experiments proposed, a two-sided exchange of the information is possible, i.e. elementary particles may not only receive our information, but also transmit to us their own.

6. It is important to emphasize that the idea of informational experiments with particles has been never considered in science so far , and all experiments made with particles cannot be considered informational even in retrospective, that is, the revision of their results would not enable us to make any conclusion of the kind we are interested in.

7. Considering elementary particles to be intelligent, we must necessarily assign them a complicated structure. This does not, however, exhaust the problem. If it is so, our hypothesis would reduce to that of "hidden variables". These do not manifest themselves in any way in usual energy range. The hypothesis of "intelligence" on the subquantic level predicts, on the contrary, new effects even in the usual range of low energies, provided that particles are subjected to a new kind of influence, the informational one.

8. The possible positive results of informational experiments described above would not merely contradict the specific laws of interaction as they are understood at present, but also contradict one general law, namely, the second law of thermodinamics. This contradiction can be removed if the second law is taken in its generalized form, as given by Brillouin. As to the specific laws, the divergences should be discovered in situations which have never been observed till now in natural conditions or in experiments.

9. Our contacts with the intelligent micro-world (if it does exist) are made difficult by the large difference of spatial and temporal scales of life. One may expect that similar (in the sense of their relation to the intelligent activity) space-time intervals in the micro-world should be far less (e.g., 10^{27} times less) than in the human world.

10. The hypothesis of inteligence in the micro-world enables us to get a new picture of the known fundamental facts having, for the present time, no satisfactory explanation , such as division of elementary particles into definite kinds and identity of particles within each kind, broken symmetries, non-stationary and expanding Universe, the origin of organic life.

О НОВОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА ЗАКОНОВ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОГО ДУАЛИЗМА И ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ЕЕ ПРОВЕРКЕ

Рауль Самуилович Нахмансон

Подготовлено к печати
в Институте физики полупроводников СО АН СССР
630090, Новосибирск, Проспект науки, 13

Ответственный за выпуск - к.х.н. Л.А.Ильина

Подписано к печати I.08.79г. МН 06062
Формат бумаги 60x84/16 Объем 2,8 п.л.
Заказ № 1631 Цена 10 коп. Тираж 250 экз.

Отпечатано на ротапринте Института теплофизики СО АН СССР, 630090, Новосибирск, Проспект науки, I.