

Приведенное определение и его разъяснение имеет одно ограничение, которое Джонсон и Брейр прокомментировали еще десять лет спустя. Это ограничение связано с привязкой НФЛ именно к повседневному дискурсу.

Исторически областью интересов НФЛ было то, что можно назвать аргументом естественного языка. Эта область имеет две составляющие: (а) повседневный дискурс (дискурс широкой публики, представленный, например, редакционными статьями газет) и (б) «стилизированный» дискурс, то есть контекстуально-зависимый стиль аргументов, способов выведения, которые приняты, например, в разных науках. Линия водораздела лежит не между повседневным и стилизованными дискурсами, а между искусственными и естественными языками. Именно последние находятся в фокусе интересов неформальной логики (в отличие от формальной дедуктивной логики, сфокусированной на искусственных языках и логистических системах) [7].

Оценивая значение НФЛ, обсуждавшееся на специализированном симпозиуме в рамках Всемирного философского конгресса в 1998 году (Бостон, США), Джонсон и Блейр, прежде всего, заявили о *конце дедуктивизма* [8].

Наиболее важное значение НФЛ состоит, видимо, в следующем: она помогает завершить революцию, начатую прагматиками, которые вступили в спор с классической платоновско-картезианской теорией познания. Их работы, отметили канадские авторы, могут быть поняты как попытка переосмыслить познание в духе эмпирических наук. Работы в области НФЛ могут быть также поняты как попытка переосмыслить аргументацию и освободить ее от следования геометрическим или математическим моделям, на что указывали Тулмин и Перельман. Это означает, среди прочего, конец дедуктивизма – идеи, согласно которой все выводы (implications) являются либо дедуктивными, либо дефактивными; конец представления, что аргумент должен быть понят только как доказательство; и конец разделения двух классов убеждений (beliefs) – убеждений первого класса, истинность которых самоочевидна или же с необходимостью вытекает из очевидно истинных посылок, и убеждений «второго класса», обосновываемых вероятностным образом и поэтому не имеющих для рациональной личности безусловных гарантий приемлемости.

Приведенные оценки Джонсона и Блейра в некоторой мере обогащают и конкретизируют как основания отказа от старой логической парадигмы, так и характерные черты новой. То важное, что не было отмечено мною выше, хотя имплицитно и подразумевалось, состоит в утверждении фундаментального статуса вероятностных (недемонстративных) рассуждений. При этом демонстративные рассуждения, прежде всего дедукция, отнюдь не обесцениваются. Но они превращаются в некий частный и предельный случай – в этом смысле переход от формальной дедуктивной логики к неформальной представляется не куновской научной революцией с несоизмеримостью старой и новой парадигм, но скорее старым добрым диалектическим снятием. Правда, это снятие не касается идеи Органона Познания, которая далее сохраняется лишь как достояние истории науки – наряду с идеями Философского Камня и Вечного Двигателя.

Источники и литература

1. Лейбниц Г.В. Об универсальной науке, или философском исчислении // Лейбниц Г.В. Соч. в 4-х т. – Т.3. – М.: Мысль, 1984. – С. 495–497.
2. Popper K. Unended quest. An intellectual autobiography. – London: Routledge, 1993. – P.79.
3. См.: Поппер К. Логика и рост научного знания. – М.: Прогресс, 1983. – С.342.
4. См.: Blair J.A., Johnson R.H. Introduction // Informal logic. The First international symposium / Ed. By J.A.Blair and R.H.Johnson. – Inverness, Ca.: Edgepress, 1980. – P.IX – XVI. См. также: Тягло А.В., Воропай Т.С. Критическое мышление. Проблема мирового образования XXI века. – Харьков: Изд-во Ун-та внутренних дел, 1999. – С.218–230 и др. Ср.: Батаева К. Про трансформацію формальної логіки // Філософська думка, 2005 – №4. – С.3–14.
5. Toulmin S. The Uses of Argument. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1958; Perelman Ch., Olbrechts-Tyteca L. The New Rhetoric: A Treatise on Argument. – Notre Dame: University of Notre Dame Press., 1969; Hamblin C.L. Fallacies. – London: Methuen and. Co. Ltd., 1970.
6. Blair J.A., Johnson R.H. The current state of informal logic and critical thinking // Informal logic, 1987. – Vol.9. – P.148.
7. Johnson R.H., Blair J.A. Informal logic: An overview // Informal logic, 2000. – Vol.20, N2. – P.94–95.
8. Johnson R.H., Blair J.A. Op. cit., p.101–102.

Цехмистро И.

ХОЛИСТИЧЕСКАЯ (НЕ ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ) ЛОГИКА

Введение: поиски логики квантовой механики*

Возникновение квантовой механики, пришедшей на смену классической механике Ньютона, произвело подлинный переворот в физическом мышлении. Как замечает А. Г. Клещев, последовавший пересмотр традиционных представлений, в свою очередь, привел к возникновению идеи существования особой логики квантовой механики. При этом предполагалось, что теории классической физики, описывающие факты, опираются на законы обычной логики – логики макромира; квантовая же физика имеет дело не просто с фактами, а с их вероятностными представлениями и описаниями. В ней, следовательно, рассуждают, опираясь на совершенно иные схемы мышления. Выявление и систематическое описание последних – задача специальной логики микромира.

* В приведенном ниже кратком обзоре поисков особой логики квантового мира использована работа А. Г. Клещева [4]

Эту идею впервые высказал американский математик Дж. фон Нейман. В середине 30-х гг. им была построена, вместе с другим американским математиком Дж. Биркгофом особая квантовая логика, положившая начало одному из направлений неклассической логики. Позднее немецкий философ Г. Рейхенбах создал еще одну неклассическую логику с целью устранения «причинных аномалий», возникающих при попытках применить классическое причинное объяснение к квантовым явлениям. К настоящему времени предложены десятки разных логических систем, стремящихся выявить логические аспекты специфики рассуждений о квантовых объектах.

Эти «квантовые логики» серьезно различаются как множествами принимаемых в них законов, так и способами своего обоснования. Чаще всего в них отказываются от классических законов ассоциативности и дистрибутивности, касающихся сложных утверждений, построенных с помощью союзов «и» и «или». Иногда отбрасывается даже закон исключенного третьего.

В начальный период своего развития квантовая логика встретила как критику (физики Н. Бор, В. Паули), так и одобрение (физики К. Вайцеккер, В. Гейзенберг, М. Борн). Длительная полемика не внесла, однако, ясности в вопрос: действительно ли квантовая механика руководствуется особой логикой? Если даже это так, нужно признать, что исследования в данном направлении не оказали сколько-нибудь заметного воздействия на развитие самой квантовой механики. Постепенно исследования в области квантовой логики стали даже отходить от собственно квантовой механики в поисках приложений в других областях. Одно из таких наметившихся приложений – диалог двух исследователей, придерживающихся по обсуждаемому вопросу противоположных точек зрения, но пользующихся общим языком диалога. Так возникает еще одно направление неклассической логики – так называемое направление паранепротиворечивых логик. Однако все до настоящего времени проведенные исследования в области квантовых логик не дали до сих пор ответа на главные вопросы в проблеме интерпретации квантовой механики:

- почему вероятности первичны в описании физической реальности?;
- (2) почему эти вероятности в так называемом чистом квантовом состоянии удивительным образом скоррелированы и взаимосогласованы?

Поиски холистической логики

Холистические идеи в той или иной форме неоднократно привлекались к обсуждению подобных фундаментальных проблем квантовой физики. Но то, что можно сегодня найти в литературе под именем «холистическая логика», на самом деле представляет собой просто описание различных концепций целостности, каждый раз остающихся в высшей степени неопределенными и недостаточно четкими. Например, по мнению А. Г. Клещева, холистическая логика основана на четырех (надо признать, достаточно умозрительных) принципах: принципе единства, принципе целостности, принципе иерархии и принципе подобия.

Принцип единства гласит: мир един, и это единство проявляется во всех явлениях и процессах (но в каком смысле «един» и как следует понимать это «единство» – ничего не сказано ни А. Г. Клещевым, ни его предшественниками). Сразу скажем, что можно выделить по меньшей мере два типа понимания термина «единство».

1. Дескриптивное единство, выражающее отношения тождества, равенства, сходства или общности той или иной (вещественно-субстратной, генетической, функциональной, пространственно-временной и т. д.) связи элементов в их множестве.

Это понимание содержания категории единого определяется как дескриптивное в том смысле, что оно включает в себя все те моменты единства (скорее даже общности), на основании которых достигается описание некоторой совокупности (или множества) объектов как объединенных по какому-либо закону, признаку, свойству и т. п. Именно в этом смысле, следуя Г. Кантору, мы обычно говорим о единой совокупности, едином множестве и т. п.

Этот способ объединения элементов в множества был так использован Кантором: "под многообразием, или множеством, – писал он, – я понимаю вообще всякое многое, которое можно осмыслить как единое, т. е. всякую совокупность определенных элементов, которая может быть связана в одно целое с помощью некоторого закона".

В целом такое представление о содержании категории единого, получившее наибольшее распространение в современной науке, отражает объективную возможность объединения отдельных предметов в некоторую единую совокупность на основании какого-либо из вышеперечисленных аспектов и, как правило, соответствует эмпирическому уровню познания.

Однако в рамках такого подхода содержание категории единого оказывается всецело подчиненным категории множественности: каждый раз мы лишь выявляем некоторый аспект единства в множестве объектов, но при этом сам аспект множественности остается выделенным и абсолютным – как основание для установления или обнаружения этого дескриптивного единства. Здесь, следовательно, явно абсолютизируется множественная сторона реальности, как якобы единственная и исчерпывающая собой ее всеобщая определенность, и единство устанавливается (или прослеживается) лишь на следующем этапе – в результате простого обобщения свойств элементов исследуемой совокупности.

2. В связи с этим оказывается необходимым выделить еще один логический аспект содержания категории единого – единое как полное и всестороннее отрицание всякой множественности. Единое как такое, которое ни в каком смысле не является многим, но в то же время обуславливает и делает возможным само существование многого (как и наоборот: многое ведет к единому, выступающему отрицанием множественности, и делает возможным его). Очевидно, здесь единое предстает как такая определенность, которая фиксирует объективное свойство конечной неразделимости и неразложимости многого на какие-либо элементы. Имея в виду это отрицание понятия множества (и состояния множественности) в таком высшем проявлении единства, мы будем

обозначать его как целое, целое как не–многое (не–множество). Именно этот аспект содержания категории единства как целостности является ключевым для понимания многих проблем в основаниях современной науки.

Обратимся теперь к принципу целостности у А. Г. Клещева, по его мнению, принцип целостности говорит о том, что данный подход приложим только к целостной сущности, обладающей независимым существованием, или к взаимодействию таких сущностей. Но точно так же и в этом случае ничего не сказано, как понимать саму эту целостность, и какой смысл вкладывается в понятие «целое». Между тем совершенно ясно, что любой механический аппарат (тот же автомобиль), система «автопилот» в современном воздушном лайнере и «Я» под галстуком пилота авиакомпании, управляющего данным самолетом, – это совершенно разные «целостности» как по своей природе, так и по присущим им возможностям связей и зависимостей в процессах управления.

Далее, принцип иерархии у А. Г. Клещева утверждает, что все сущее можно разбить на уровни таким образом, что каждое целое одного уровня входит как элемент в целое следующего уровня. А элементы, из которых оно состоит, есть целые предыдущего уровня. Так понимаемый принцип иерархии на самом деле остается на уровне дескриптивного единства и, следовательно, не покидает множественности, то есть остается весьма далеким от холистической идеи.

Наконец, четвертый принцип – принцип подобия гласит, что любое целое подобно миру как целому, и, следовательно, любая целостность подобна любой другой целостности. Это подобие является не подобием форм и их проявлений, а подобием структур. Следовательно, и этот принцип еще не есть подлинно холистический.

В целом так понимаемая холистическая логика на самом деле не является таковой и очевидно страдает рядом недостатков, часть из которых были указаны выше. Из них важнейшим является ее недостаточная конструктивность. Из изложенных выше принципов этой так понимаемой холистической логики трудно извлечь что–либо конкретное применительно к проблемам квантовой физики, помимо весьма общих утверждений, что ее объектами являются некие целостности с присущими им специфическими свойствами и законами поведения, хотя и не ясно – какими.

К тому же все разговоры о каких-то «целостностях» в «иерархии» мира на самом деле расходятся с самой сутью холистической идеи. Суть холизма состоит в признании уникального свойства мира быть в конечном счете неделимым и неразложимым на множества целым, как это получается в квантовой картине мира: «весь мир (включая и всех наблюдателей) в субквантовом уровне существует как неделимая единица» (Д. Бом). При этом множество разнообразных «целостностей» возникает на более высоких этапах иерархии мироздания только благодаря этой исходной целостности, как производные от нее в разнообразных специфических условиях: такими могут быть «целостности» неорганического мира (например, атомы), целостности живого мира – организмы, и, наконец, целостности психического уровня – душа и сознание.

Другой – и в определенном смысле полярный пример понимания холистической логики – дает работа известного логика Майкла Даммита [3].

В ней под холизмом и холистической логикой понимается такая интуиция целостности, которая применительно к математике доведена до четко выраженного понимания того, что с “холистической точки зрения нельзя полностью понять ни одного математического утверждения без знания всей математики”. Как считал Виттгенштейн, «любое значительное продвижение в математике будет модифицировать значения всех математических утверждений» [3, с. 226]. В этом случае сущность холистической концепции математического языка состоит в том, что «значение данного (какого–либо) предложения конституируется тотальностью всего набора средств, которыми можно было бы подтвердить его истинность совместно с дедуктивными, однако необходимыми аргументами» [3, с.227].

В итоге мы видим, что в этих, как, впрочем, и во всех других работах, так или иначе посвященных холизму (начиная с Я. Смэтса, если не с Парменида), под холизмом, конечно, понимается некое учение о целостности. Однако само это понимание целостности оказывается у каждого автора настолько индивидуально–интуитивным, нечетким и неопределенным, что так и остается исключительно личным достижением каждого из них, совершенно нетранспарентным для других и полностью непригодным не только к производству на его основе какой–то общеприемлемой, ясной и продуктивной техники мышления, но даже не могущим быть приемлемым для более или менее удовлетворительной коммуникации и обмена в научном сообществе. Легко видеть, что в этой ситуации именно неясность и нечеткость понимания исходного понятия целого влечет за собой все очевидные проблемы и недостатки любой на сегодня известной холистической концепции, в том числе и того, что можно было бы назвать холистической логикой.

В квантовой области мы вынуждены признать существование фундаментального свойства целостности физической системы (и всего мира вместе с нею) в субквантовом уровне (см., например, работу Д. Бом [1]). Формальным источником этого свойства целостности (в зависимости от выбранного способа построения квантовой механики) может быть постоянная Планка, соотношение неопределенностей для некоторых измеряемых величин и тому подобные эквивалентные представления. Каждое из названных и подобных требований имеет один и тот же точный физический смысл: любая квантовая система (и весь мир вместе с нею) не могут быть исчерпывающим образом разложены на множества каких–либо актуально существующих (т. е. физически верифицируемых) элементов. Возникающий здесь феномен целостности и неразложимости есть следствие утраты понятием «элемент» своей физической абсолютной (неограниченной) верифицируемости, а значит? и утраты им своей неограниченной применимости в описании физической реальности. Достаточно точным выражением этого глубинного свойства мира как неделимой целостности является представление о

том, что в субквантовом уровне весь мир существует как неделимая единица, т. е. как одно, а не многое (не – множественное).

Термин «целостность» чрезвычайно избит, однако в квантовом контексте он имеет совершенно точный, хотя и непривычный смысл: целое как не-множество, то есть такая предельная степень единства, которая просто означает конечную неразложимость физического состояния на элементы и множества, а значит и неприменимость этих терминов к его описанию. Только такое предельное свойство целостности или единства может быть естественным источником свойства несепарабельности (буквально как раз неотделимости) частиц, описываемых единой нефакторизуемой Ψ -функцией, что теперь подтверждено квантово-корреляционными экспериментами. В итоге в квантовой области мы вынуждены перейти к вероятностному языку в описании физической реальности: поскольку квантовые системы в так называемом чистом состоянии не могут быть полностью разложены на множества элементов, мы вынуждены описывать их в терминах потенциальных возможностей выделения таких элементов и в терминах соответствующих вероятностей, представляющих теперь их (т. е. квантовых систем) объективно-реальную структуру.

Итак? мы можем теперь говорить лишь о потенциальных возможностях и вероятностях (как их количественной мере) выделения того или иного «элемента» в эксперименте. Тем самым, приняв хотя бы интуитивно эту исходную квантовую идею, мы уже открываем путь к ответу на первый из двух фундаментальных вопросов, указанных в начале статьи: почему вероятности первичны в описании физической реальности?

Странно, что хотя классики квантовой физики (Н. Бор, Д. Бом, В. Гейзенберг, М. Борн, В. Паули и т. д., а из русскоязычных А. Д. Александров и В. А. Фок) оставили немало высказываний, проливающих свет на удивительную специфику и необычность феномена квантовой целостности, она до сих пор остается лишь чисто интуитивным понятием с совершенно неясным содержанием для подавляющего большинства авторов. И это при том, что развитие технического языка квантовой механики не оставляет сомнений в отношении того, каким должен быть строгий смысл понятия квантовой целостности. Для этого достаточно принять во внимание широко употребляемые сегодня в обсуждении квантово-корреляционных экспериментов термины “нефакторизуемость волновой функции”, свойство “несепарабельности” и “нелокальности” в поведении ЭПР-частиц и т. п.

Объяснение сложившейся здесь ситуации, в частности, полного непонимания смысла широко употребляемого термина “квантовой целостности”, очевидно? следует искать в психологической области, чем мы здесь заниматься не будем.

Тем не менее уже изложенные интуитивные соображения позволяют сделать первый шаг в построении холистической не теоретико-множественной логики.

Построение холистической (не теоретико-множественной) логики

В этом разделе мы должны полностью отвлечься от какого бы то ни было физического материала, физических идей, каких-либо аллюзий и т.п. Если существует холистическая логика, то она несомненно существует *per se* и должна быть открыта и описана в чистом виде, сама по себе, до того как мы вообще сможем поставить вопрос о какой-либо ее физической реализации.

Итак? укажем прежде всего исходную теоретико-множественную аксиому:

аксиома (1): $\exists m_i, m_j \in \{M\}, [1]$.

согласно которой существуют элементы m_i , которые образуют некоторое множество $\{M\}$. Эта исходная теоретико-множественная аксиома утверждает существование мира как множества и только как множества. Если вдуматься, в этой аксиоме принимается все же слишком сильная спецификация в отношении всего мира. И она едва ли оправдана. Почему мир должен быть столь однозначным и ограниченным множественностью – только миром-множеством? Это слишком сильное ограничение, налагаемое на весь мир, на самом деле ни чем не оправдано. На самом деле в решении подобных вопросов мы должны стремиться к предельной общности, преодолевая различного рода частные ограничения и условия.

С этой точки зрения, ничто не мешает нам предположить, что реальный мир не есть только множество, а и обладает в некотором смысле прямо противоположным и дополнительным свойством целостности. Такая точка зрения была бы более сбалансированной и уравновешенной, симметризованной, более общей, а значит, и более продуктивной.

С этой целью запишем следующую новую аксиому дополнительно к аксиомам обычной логики, используемой в обычной теории множеств.

Холистическая аксиома (2): для всего множества элементов $\{M\}$ существует такое тотальное для этого множества свойство целостности (или единства), по отношению к которому полностью неприменимы понятия (и образы) каких-либо „элементов и множеств”.

Иными словами, на множестве элементов мы вводим некоторое дополнительное к множественности элементов и объединяющее их свойство целостности, которое нужно понимать просто как о т р и ц а н и е всякой множественности в конечном счете, в основании самой этой исходной множественности. Тем самым, вводимое нами целое определяется как

$Holos = \bar{\{M\}} [2]$

т. е. “Целое есть не-множество”, или “Целое как не-множество”.

Операция “отрицания” есть, очевидно, чисто логическая операция. Потому не существует никаких препятствий для того, чтобы расширить обычную логику теории множеств путем введения в нее такого утверждения.

Здесь требуется одно дополнительное разъяснение. Введение аксиомы

$\exists (Holos; Holos = \bar{\{M\}})$ означает, что речь идет именно о некотором новом универсальном свойстве (P) и не о чем-либо другом. Действительно, если выполняется условие $\bar{\{M\}}$ (отрицание множества), то эта опера-

ция не рождает какое–то новое множество $\lceil\{M\}$ и не ведет к появлению какого–то нового элемента $\lceil\{M\}$, как равно не означает и уничтожение множества $\{M\}$ с переходом к такому его подмножеству, как пустое подмножество \emptyset . С этой операцией $\lceil\{M\}$ мы полностью покидаем мир множеств и переходим к некоторому уникальному свойству всего множественного мира – свойству мира как неделимой целостности, как в конечном счете неделимого и неразложимого на какие–либо множества целого, с чем мы теперь вынуждены будем считаться постоянно.

Теперь на базе аксиомы 2 можно записать следующую аксиому:

Аксиома (3): $\text{Holos} \in \text{Int} \{M\}$; $\text{Holos} = \lceil\{M\}$, т.е.: [3]

“внутренности множества $\{M\}$ принадлежит такое уникальное свойство целостности (Holos), которое есть отрицание множественности (Holos = целое как не–множество)”.

Может показаться, что принятие исходной аксиомы в теории множеств

$\exists m_i, m_j \in \{M\}$, согласно которой существуют элементы m_i , которые образуют некоторое множество $\{M\}$, и предложенная нами новая аксиома, согласно которой на множестве таких элементов реализуется столь глубокое свойство целостности всей их совокупности, что это целое есть, в конечном счете, не–множество, а одно, ведет к банальному логическому противоречию (существующее множество есть множество и одновременно не–множество) и, следовательно, такая холистическая (т. е. именно не теоретико–множественная логика) не может быть реализована в принципе.

Однако эту трудность на самом деле легко обойти, воспользовавшись опытом применения логики дополнительности, лежащей в основе широко известной и весьма эффективной концепции дополнительности в физике, которая была изобретена как раз в связи с поисками адекватной интерпретации квантовой механики. Для этого достаточно вспомнить ключевое для понимания концепции дополнительности разъяснение ее творца Н. Бора: дополнительность, согласуя и увязывая взаимно отрицающие и противоречащие друг другу понятия и способы описания, сама никогда не ведет к противоречию, поскольку суть дела состоит в том, что взаимно дополнительные стороны никогда не проявляются в эксперименте одновременно, а лишь взаимно уступая место одна другой в строгом соотношении, очерченном принципом неопределенности [4].

Нильс Бор эффективно использовал этот подход в условиях, противоречащих повседневному опыту, обыденной интуиции и обыденной логике. Физикам нужно было пережить настоящее потрясение и своеобразный мировоззренческий кризис для того, чтобы понять, что объективно и на самом деле движущийся электрон не обладает одновременно сколь угодно точным значением координаты и таким же сколько угодно точным значением импульса. Больше того, предельно (абсолютно) точное значение координаты исключает сколь–нибудь определенное значение импульса, и наоборот.

В нашем же случае любой студент, прослушавший курс философии, знает, что понятия «множество» и «целое (единое)», взятые порознь, являются каждое по отдельности неопределимыми. [Математики обычное тезиса о неопределимости понятия множества и начинаю изложение азов теории множества, но этим и ограничиваются!] Вместе же взятые понятия «множество» и «целое (единое)» образуют замечательную пару, в которой достигается их взаимоопределение через отношение отрицания, согласно которому «целое» есть «не–множество», а «множество», соответственно, понимается как отрицание целостности. Запишем это требование дополнительного истолкования понятия «множество» (M) и понятия целого (Holon) в виде новой аксиомы.

Холистическая аксиома (4): Сторона мира как множеств $\{M\}$ и сторона мира как неделимого целого (Holos) никогда не ведут к противоречию, так как они никогда не проявляются совместно как актуально существующие в одних и тех же условиях и в одном и том же отношении.

То есть $\{M\}$ и Holos нужно понимать именно как взаимно дополнительные и взаимно исключающие друг друга. Такое положение иллюстрируется, например, хорошо известной ситуацией с существованием координаты и импульса у электрона.

Символически это можно выразить так:

Холистическая аксиома (4):

$(\{M\} = \lceil\text{Holos}) \cdot (\text{Holos} = \lceil\{M\}) \neq (A \cdot \bar{A})$ так как: $\exists \{M\} \neg \exists \text{Holos}$ [4].

Здесь знак \neg читается: «взаимно исключают друг друга». Аксиома [4]

читается так: «конъюнкция $\{M\}$ и Holos не тождественна конъюнкции $(A \cdot \bar{A})$ (то есть, противоречию), так как $\{M\}$ и Holos взаимно исключают друг друга».

Теперь – в соответствии с рекомендацией Н. Бора – нам нужно четко обозначить, когда, при каких условиях и в каком отношении рассматриваемое нами множество $\{M\}$ есть множество, а когда и в каком отношении есть не множество, а “Holos”, т. е. обладает уникальным свойством целостности как конечной неделимости и неразложимости на какие–либо множества.

Непосредственным свидетельством актуальной заданности множества $\{M\}$ всей совокупностью образующих его элементов m_i , каждый из которых существует как вполне определенный, является формальное требование выполнимости на множестве таких элементов условия (или аксиомы) коммутативности: для любой пары элементов m выполняется требование

– аксиома коммутативности (5):

$$m_k \cdot m_j - m_j \cdot m_k = 0 \quad [5]$$

Нетрудно видеть, что выполнимость аксиомы коммутативности на множестве $\{M\}$ означает, что:

каждый из элементов m_i актуально существует как вполне или точно определенный;

эта его определенность никак не связана и никак не зависит от точно такой же полной (или абсолютной) определенности любого другого элемента из этого множества элементов m_i , почему и возможно выполнение равенства: $m_k \cdot m_j - m_j \cdot m_k = 0$

Отсюда ясно, что выполнение аксиомы коммутативности на некотором множестве элементов превращает это множество в некое подобие множества бильярдных шаров или множество бобов, ссыпанных в мешок, и т.п. Именно в отношении подобных множеств таких актуально существующих и вполне определенных поэлементно (т. е. по каждому элементу в отдельности) и были сформулированы знаменитые неравенства Белла, решившие судьбу копенгагенской интерпретации квантовой механики в пользу окончательного признания ее справедливости. Для того, чтобы в этом убедиться, проследим один из вариантов вывода неравенств Белла.

Пусть имеется объект, как элемент m_i , характеризуемый тремя величинами A, B, C , принимающими значения ± 1 . Если мы исходим из того, что каждая частица существует как вполне определенный элемент множества таких объектов, то это означает, что каждая из частиц актуально обладает вполне определенными одновременными значениями всех этих трех параметров: A, B, C . Обозначим случай, когда A принимает значение $+1$, через $A+$, и $A-$ – если A принимает значение -1 . Аналогично и для B, C . Тогда для любого ансамбля таких частиц с произвольными значениями A, B, C будет справедливо равенство:

$$N_m (A+B-) = N_m (A+B-C+) + N_m (A+B-C-), \text{ где } N_m - \text{число частиц } m \text{ с соответствующими свойствами.}$$

Выпишем и другие подобные равенства:

$$N_m (B-C+) = N_m (A+B-C+) + N_m (A-B-C+),$$

$$N_m (A+C-) = N_m (A+B+C-) + N_m (A+B-C-)$$

Из двух последних равенств очевидно следует:

$$N_m (A+B-) \leq N_m (B-C+) + N_m (A+C-).$$

Это и есть одно из неравенств Белла. Подчеркнем еще раз – и это очевидно на данном примере вывода неравенств Белла – сама возможность их формулировки предполагает, что объекты m_i , в отношении которых справедливы эти неравенства, существуют как вполне определенные элементы, актуально заданные и актуально характеризуемые указанными свойствами самими по себе. В множествах таких объектов исключается какая-либо связь и зависимость между ними. На таком абстрактном множестве актуально заданных и полностью независимых один от другого объектов исчерпывающим образом реализуется алгебра наблюдаемых с коммутативностью, что составляет существо математической схемы классической механики [см. 5].

Итак, рассмотренный вывод неравенства Белла и весь смысл трактовки понятия множества в этом подходе позволяют сказать, что множества элементов, в отношении которых справедливы неравенства Белла, это и есть множества, на которых реализуется требование коммутативности. Такие множества целесообразно именовать белловскими множествами. Надежда сведения квантовой реальности к такого типа множествам наблюдаемых или физических элементов была внутренним мотивом неприятия квантовой механики Эйнштейном и многими другими идущими за ним физиками, включая и самого Белла, который сумел придать этой надежде четкое математическое выражение. Однако реальные квантово-корреляционные эксперименты, инициированные появлением неравенства Белла, опровергли этот подход, подтвердив существующую квантовую механику и указав тем самым на реальное существование не-белловских множеств.

Что же такое не-белловские множества и какова их природа?

Целесообразно рассмотреть теперь в качестве реального кандидата на не-белловское множество введенное нами множество с дополнительной холистической аксиомой [2]: $\exists \text{ Holos, Holos} = \{M\}$.

Но, как придать этой холистической аксиоме и содержащейся в ней холистической идее техническое выражение, достаточное для получения технических следствий, в частности, ведущих к существующей квантовой механике и проясняющих ее? Для этого воспользуемся подсказкой, содержащейся в следующей аналогии: если белловские множества – это множества со свойством коммутативности их элементов, то не-белловскими множествами могут быть такие множества, для элементов которых требование (или аксиома коммутативности) не выполняется. Следовательно, нам необходимо теперь обратиться к анализу отрицания требования коммутативности и рассмотреть вытекающие из этого требования следствия. Легко видеть, что формой такого отрицания свойства коммутативности будет аксиома некоммутитивности: на множестве $\{M\}$ реализуется отношение:

$$\text{– аксиома некоммутитивности (6): } m_k \cdot m_j - m_j \cdot m_k \neq 0,$$

$$\text{или в другой записи } m_k m_j \neq m_j m_k [6]$$

Всмотримся в это неравенство. Оно имеет единственный смысл: если для величины m_k существует определенное значение, то величина m_j в это время не может иметь определенного значения (и наоборот: то же самое следует повторить в отношении m_j и m_k). В противном случае при одновременном определенном значении обеих величин m_k и m_j неравенство переходит в равенство:

$$m_k \cdot m_j = m_j \cdot m_k. \text{ Это очевидно.}$$

Итак, имеем:

1. В той версии квантовой механики, которая исходит из принципа некоммутитивности некоторых наблюдаемых, неизбежно вероятностное описание объектов вводится самим этим принципом, или требованием некоммутитивности. Так мы впервые в явном виде получаем вероятности уже не привычной классической физически-причинной, а качественно иной логической природы как порождаемые логико-алгебраическим свойством некоммутитивности некоторых элементов.

2. Посмотрим теперь, что физически означает условие некоммутитивности для пары элементов m_k и m_j . Прежде всего, это, конечно, отношение взаимодополнительности элементов m_k и m_j : как было выше сказано, если m_k точно определено, то m_j оказывается полностью неопределенным, и наоборот.

Следовательно, одновременно с неизбежно вероятностным описанием квантовых объектов и принцип дополнительности также проистекает из требования некоммутитивности.

3. Попробуем, наконец, прояснить самую последнюю истину, непосредственно физическую истину абстрактного требования некоммутитивности для элементов m_k и m_j . Как было сказано выше, в случае принятия

этого требования [5] неизбежно возникает вероятностное описание элементов m_k и m_j , замечательное отношение взаимодополнительности их состояний (состояния определенного у одного и в то же время полностью неопределенного у другого). Но если физическая реальность такова, то как это возможно? Что же, в конце концов, это означает физически? В поисках ответа на эти вопросы будем руководствоваться надежным операционалистским принципом: любая величина (элемент) имеет физический смысл лишь постольку, поскольку укаваны и реализуются условия ее реальной физической верификации. Имея в виду это необходимое требование, обратимся снова к неравенству $m_k \cdot m_j - m_j \cdot m_k \neq 0$.

Что собой представляет и как существует система из двух элементов m_k и m_j в этом случае, в условиях наложенного на элементы, образующие ее, требования некоммутативности? Ответ ошеломляющий.

Хотя перед нашими глазами запись двух элементов m_k и m_j , но если эти элементы удовлетворяют требованию некоммутативности, система, состоящая из двух таких элементов, на самом деле актуально и физически никогда не состоит из двух элементов, а всегда существует и проявляет себя как один элемент, как единая и неделимая система: ведь при вполне определенном и физически верифицируемом состоянии одного элемента второй элемент является полностью неопределенным! Значит, с точки зрения требования физической верифицируемости о нем мы ничего не можем сказать. И прежде всего не можем сказать, что этот второй элемент актуально и физически существует. Он существует лишь виртуально в форме потенциальных возможностей его проявления.

Так мы приходим к замечательному физическому выводу: квантовая система, состоящая из двух коммутирующих элементов и описываемая единой волновой функцией, на самом деле (и строго физически) всегда существует как один элемент, или как сказал бы Давид Бом, как неделимая единица. Тем самым мы добрались до самого изначального и главного – сердцевины и сути всей квантовой специфики – квантового свойства системы как неделимой целостности. Именно это свойство, препятствуя полному и исчерпывающему разложению квантовой системы на составляющие ее элементы, порождает их неизбежно вероятностное поведение и, соответственно, вынуждает нас к вероятностному описанию состояния квантовой системы.

Удивительно, что в таком подходе это квантовое свойство целостности и конечной неразложимости системы на элементы и множества предстает как чисто логическое свойство: ведь оно задается логико-алгебраическим свойством некоммутативности некоторых элементов. Поэтому, будучи не физически-причинной, а логической, эта целостность и проявляет себя в чисто логических, а не физически-причинных следствиях и свойствах системы. А именно, порождает не физические, а логические по своей природе вероятности, неизбежные и неустраняемые в поведении квантовой системы.

Это же свойство системы как неделимой единицы одновременно обеспечивает их (вероятностей) взаимную имплицитивно-логическую согласованность и скоррелированность, что наглядно проявляется в редукции волновой функции при физическом воздействии на систему (например, при измерении) или в квантово-корреляционных эффектах, если система подвергается измерению по схеме ЭПР-эксперимента. (См., например [6]). Рассмотрим более подробно вопрос о редукции волновой функции.

Редукция волновой функции: холистическая интерпретация

Полное описание максимально детализированного состояния физической системы представлено волновой функцией, которая, однако, как это ясно в свете вышеизложенных обстоятельств, описывает не элементы, якобы входящие в якобы множественную структуру системы, а лишь вероятности их обнаружения или получения в силу реальной неразложимости системы на множества каких-либо элементов. Необходимо вероятностный смысл ψ -функции есть неизбежное и естественное следствие отказа от абсолютности и универсальности понятия множества в описании физических систем. При этом первое и важнейшее свойство ψ -функции, представленное условием ее нормировки, коренится не в субъекте ("разумно потребовать, чтобы весь набор вероятностей, присущих системе, был нормирован к единице"), а в объекте: если система неразложима на множество четко определенных элементов и должна быть описываема лишь в терминах вероятностей их получения, то это объективное и реальное свойство целостности ее – свойство конечной неделимости и неразложимости ее на какие-либо множества – является также и естественной основой взаимной согласованности и скоррелированности присущих ей потенциальных возможностей, представляющих эту ее, теперь лишь виртуально-множественную структуру.

Например, если в системе нельзя в принципе выделить с абсолютной точностью такой элемент, как определенный импульс, а существует лишь некоторая вероятность получить его с тем или иным значением, то весь набор относящихся к определению импульса потенциальных возможностей системы оказывается внутренне согласованным именно свойством конечной неразложимости ее на какие-либо множества, причем таким образом, что увеличению вероятности получения импульса в пределах данного интервала значений соответствует уменьшение вероятности обнаружения его со значениями, лежащими за пределами этого интервала, и наоборот. Для системы с точным значением импульса волновая функция приобретает вид, соответствующий монохроматической волне, т. е. полному исключению возможности других значений переменной величины, кроме осуществившегося.

Подчеркнем еще раз, что внутренняя корреляция и взаимная согласованность потенциальных возможностей квантовой системы проистекает из фундаментального свойства ее быть неделимой целостностью, означающей отрицание и исключение всякой множественности в субквантовом уровне.

Итак, свойство конечной неделимости и неразложимости физических систем на множества элементов выступает:

- а) объективным основанием существования потенциальных возможностей квантовой системы;
- б) является естественным основанием их взаимной согласованности и скоррелированности, т. е. – основа-

нием условия нормировки ψ -функции.

С этой точки зрения в редукции волновой функции не только нет ничего загадочного, но, наоборот, было бы именно странным и загадочным ее отсутствие.

Полный набор потенциальных возможностей системы представлен в исходной волновой функции суперпозицией ее частных состояний:

$$\Psi(x) = c_1\psi_1(x) + c_2\psi_2(x) + \dots + c_i\psi_i(x).$$

Причем корреляция между этими частными потенциально возможными состояниями и сама возможность нормировки их коэффициентов обеспечена конечной неразложимостью системы на множества независимых элементов: все присущие системе потенциальные возможности должны быть взаимосогласованы и увязаны в одно именно потому, что сама система, носитель этих потенциальных возможностей, – есть в конечном счете одно, а вовсе не многое, и не распадается в исчерпывающем смысле на какие-либо множества независимых и не связанных между собой элементов.

Ясно, что если теперь над системой выполняется акт измерения, который по необходимости имеет физический характер, одного кванта передаваемой ей энергии может оказаться достаточно для скачкообразного изменения ее актуально-множественного аспекта. "Скачкообразность", "дискретность", "прерывность" в переходах квантовой системы из одного состояния в другое есть неустранимая черта квантовой механики именно в силу отношения противоположности между актуально осуществившимся (актуально-множественным) и потенциально возможным в ее структуре: переход из потенциально возможного в актуально осуществившееся может быть реализован только в форме "скачка". Это изменение актуально-множественного аспекта состояния системы, разумеется, означает и одновременное изменение присущего ей набора потенциальных возможностей в силу неразрывной связи и соотнесенности двух этих аспектов в структуре системы, ранее описанной. Так происходит переход системы из исходного состояния $\Psi(x)$ в некоторое состояние $\psi(x)$. Но реализация состояния $\psi(x)$ означает исключение остальных возможностей, представленных в первоначальной волновой функции, т. е. коэффициент при $\psi(x)$ становится равным единице лишь с одновременным "свертыванием" к нулю всех остальных коэффициентов: C_1, C_2, \dots (кроме $C_{n-го}$). Иначе и быть не может с точки зрения того общего сохранения, корреляции и взаимосогласованности потенциальных возможностей, которые диктуются квантовым свойством системы как неразложимой в конечном счете единицы. Важно подчеркнуть, что эта взаимосогласованная "игра" потенциальных возможностей системы, сопровождающая ее переход в результате измерения из одного состояния в другое, имеет целиком объективный характер и нисколько не зависит от того, зарегистрирует наблюдатель результаты измерения или нет. Объективно они "регистрируются" через свойство фундаментальной целостности и неразложимости квантовых систем в перераспределении присущих им потенциальных возможностей в зависимости от реально осуществившихся – и в этом все дело. Фундаментальное свойство физической неделимости и неразложимости квантовых систем и в этом случае точно таким же образом будет "управлять" перераспределением потенциальных возможностей от одного события к другому. Поэтому нет никакого сомнения в том, что квантовая механика управляла событиями в природе и в эпоху динозавров, когда еще не была изобретена ψ -функция и не было самого наблюдателя. Мы видим, что объективный эквивалент явления, известного как редукция волновой функции, должен был иметь место и тогда, как и теперь, как и всегда.

Холо-логическая цепочка аксиом

Теперь мы имеем все основания записать эквивалентность аксиомы, выражающей холистическую идею, и аксиомы не-коммукативности:

$$\exists (\text{Holos}, \text{Holos} = \downarrow \{M\}) \approx (m_k \cdot m_j - m_j \cdot m_k \neq 0). [7]$$

Здесь знак \approx читается: «эквивалентно».

Наконец, все введенные аксиомы с присущими им связями и взаимозависимостями можно выстроить в следующую достаточно стройную и лаконичную Холо-логическую цепочку:

аксиома (1): $\exists m_i, m_j \in \{M\}$;

аксиома (2): $[\exists \text{Holos} = \downarrow \{M\}] \approx [\exists M \text{ со свойством } P: (P = \text{аксиома некоммукативности (6): } (m_k \cdot m_j \neq m_j \cdot m_k))]$, что может быть расширено с помощью аксиомы аксиомы (3): $\text{Holos} \in \text{Int} \{M\}$; $\text{Holos} = \downarrow \{M\}$. Чтобы избежать очевидного противоречия, порождаемого (1) и (2) аксиомами, необходимо введение аксиомы дополнителности (4): $[(\{M\} \cdot P (P = \text{Holos}, \text{Holos} = \downarrow \{M\})) \neq A \cdot \bar{A}]$ так как $(\exists \{M\} \neg \exists \text{Holos})$, (что читается: $\{M\}$ и Holos не ведут к противоречию, так как свойство множественности и свойство Holos взаимно исключают проявления друг друга)].

Здесь мы достигаем некоторой критической точки, когда справедливость, жизненность и реальность предложенной холистической логики, порождаемой одной единственной аксиомой $\text{Holos}, \text{Holos} = \downarrow \{M\}$ [«на множестве $\{M\}$ существует столь тесная связь элементов, что ее нужно понимать как отрицание множества (или множественности)»], может быть подвергнута реальному испытанию в исследовании вопроса о возможностях абстрактной алгебры с некоммукативностью, представляющей собой алгебраическую реализацию этой логики. Иными словами, все дело теперь сводится к вопросу о том, можно ли получить квантовую механику как физическую реализацию некоторой абстрактной алгебры со свойством не-коммукативности? На этот вопрос уже существует положительный ответ.

Источники и литература

1. Бом Д. Квантовая теория. – М.: Наука, 1965
2. Бор Н. Свет и жизнь. Избр. научные труды, т. II, – М.: Наука, 1971.
3. Даммит М. Логічні основи метафізики. – Київ: IRIS, 2001. 360с./ Пер.с английского В.В. Навроцкого. (M.Dummett. The logical Basis of Metaphysics, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1994).
4. Клещев А. Г. Проблемы сознания. – Новосибирск, 2003.