



ОГЛАВЛЕНИЕ



Представление от редактора серии	7
Предисловие	9
Глава 1. Магия запутанных состояний	13
1.1. На пороге эры квантовых компьютеров	14
1.2. Запутанные состояния	23
1.3. Декогеренция.	32
1.4. Нелокальный источник реальности	41
1.5. Нелокальность в окружающем мире. Экспериментальная проверка	52
1.6. Может ли скорость обмена информацией превышать скорость света?	60
1.7. Квантовая теория и телепатия. Квантовая логика	65
1.8. Телепортация и обращение времени.	69
Глава 2. Понятие «состояние»	77
2.1. Состояние как философская категория	78
2.2. Философский анализ понятия «состояние» в квантовой теории.	83
2.3. Реальны ли «сверхъестественные» состояния?	89
2.4. Суперпозиция состояний	96
2.5. Вектор состояния	104
2.6. Волновая функция	110
2.7. Представления вектора состояния	114
2.8. Сепарабельные и несепарабельные состояния	117
2.9. Состояния, энергия, энтропия.	128
2.10. Психические состояния.	137

Глава 3. Главная Матрица. Загрузка	141
3.1. Матрица плотности как основной инструмент квантовой теории	142
3.2. Количественное описание квантовых корреляций	154
3.3. Мера квантовой запутанности	164
3.4. Физика информации	168
3.5. Кубит и сфера Блоха	178
3.6. Кубит Инь/Ян.	184
3.7. Определение сознания. Кубит как элементарное сознание	190
3.8. Двудеиная природа мира. Духовная монада.	200
3.9. Декогеренция на сфере Блоха.	210
Глава 4. Квантовые компьютеры. Практическая реализация.	217
4.1. Квантовый процессор	218
4.2. Квантовая память	239
4.3. Квантовая шина.	243
4.4. Языки программирования для квантового компьютера	248
4.5. Квантовый компьютер в головном мозге	251
Глава 5. Градиент энергии	273
5.1. Магия в предметном мире	274
5.2. Построение физической модели	277
5.3. Уравнения движения в энергетическом представлении.	287
5.4. Понятие градиента	296
5.5. Несколько слов о гравитации	301
5.6. Потоки энергии.	305
5.7. «Растворение» макроскопических тел (рекогеренция).	311
5.8. Реализация запутанных состояний сознания	315
Заключение	318
Приложение	321
Словарь терминов	324
Список литературы	328

1.6



МОЖЕТ ЛИ СКОРОСТЬ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ ПРЕВЫШАТЬ СКОРОСТЬ СВЕТА?

Довольно часто приходится слышать, что эксперименты по проверке неравенств Белла, опровергающие локальный реализм, подтверждают наличие сверхсветовых сигналов. Это говорит о том, что информация способна мгновенно передаваться от одного объекта к другому, удаленному даже на большое расстояние. Невозможность сверхсветовой передачи информации обычно связывают с эйнштейновской локальностью. И, казалось бы, вполне логично заключить, что если локальности нет (что подтверждается экспериментами), то скорость распространения информации может превышать скорость света.

Однако здесь есть некоторые тонкости. Полагаю, что сами термины «передача сигнала» или «передача информации» в данном случае не очень удачны — ничто никуда здесь не передается и не перемещается из одного места в другое. Более правильным является представление, что система по одним степеням свободы может быть сепарабельна (например, по пространственным координатам) и разделена на части, находящиеся в разных пространственных областях, а по другим (спиновым) — нет. В последнем случае система будет составлять единое целое, и спины станут изменяться согласованно. При этом никакие сигналы никуда не передаются. Спины частиц в

случае запутанного состояния не разнесены в пространстве и не существуют самостоятельно в качестве отдельных элементов реальности, они как бы находятся в одном месте. Поэтому о каком-либо перемещении информации говорить бессмысленно. Недоразумения здесь возникают в силу наших укоренившихся предубеждений, когда мы по привычке начинаем рассуждать, как «локальные реалисты», о том, что если два объекта отделены друг от друга, то каждый из них несет в себе все свои внутренние характеристики. На самом деле это далеко не так. В какой-то своей части, по отдельным степеням свободы, объекты могут оставаться неразделенными, что со всей убедительностью подтверждается физическими экспериментами.

Сигналы, связанные с классическими носителями информации (частицами, волнами и т. д.), не могут распространяться быстрее света. Однако полагаю, что есть и другое решение вопроса сверхсветовых перемещений. Например, я не вижу принципиальных теоретических запретов на возможность перевести объект в нелокальное суперпозиционное состояние по всем его внутренним степеням свободы, то есть полностью «растворить» в бесконечности. А после этого вновь декогерировать и перевести в локальное состояние в другом месте (полная телепортация). Иными словами: объект исчезает в одном месте и появляется в другом. С формальной точки зрения, такое «перемещение» объекта можно рассматривать как сверхсветовое «распространение сигнала», но оно не будет связано с непосредственным движением объекта (носителя сигнала) в нашем пространственно-временном континууме.

Часто во многих публикациях по квантовой механике встречается утверждение, что, используя одни только квантовые корреляции, вообще невозможно передать информацию: нужен как минимум еще классический канал связи.

Как я понимаю, противоречие здесь скрывается в самой постановке вопроса, например, когда речь идет о передаче информации при помощи квантовых корреляций. Квантовые корреляции — это те степени свободы, которые являются общими для всей системы. Это та часть системы, которая объединяет ее, те степени свободы, которые меняются как одно целое. Поэтому говорить о передаче информации при помощи квантовых корреляций, на мой взгляд, не совсем корректно: никакой «передачи», по сути дела, здесь нет, поскольку квантовые корреляции не разделены на отдельно отстоящие части.

Попытаюсь пояснить. Давайте зададимся сходным, но более простым вопросом: с какой скоростью обмениваются между собой информацией кубиты в квантовом компьютере, и нужен ли для такого обмена классический канал связи? Очевидно, что классический канал не нужен — он только нарушит корреляции. Очевидно и то, что скорость обмена информацией бесконечна и так называемая «передача информации» между кубитами совершается мгновенно, поскольку все они ведут себя как единое целое. Изменяя состояние одного кубита, мы меняем сразу всю систему целиком. Лучше сказать, что ни передачи, ни обмена информацией между кубитами нет, а есть лишь их согласованное поведение. Замечу, что кубиты могут быть разнесены в пространстве. Неважно, на каком расстоянии друг от друга они находятся — необходимо только, чтобы между ними сохранялись корреляции по спиновым степеням свободы (если на них работает квантовый компьютер). Но в соответствии с нашими привычными представлениями — особенно когда кубиты разнесены в пространстве — можно, конечно, говорить и о передаче, об обмене информацией между кубитами, поскольку изменение состояния одного из них мгновенно передается другим, а работа квантового компьютера как раз и заключается в обмене информацией между ними, в их согласованном поведении.

Поэтому нельзя сказать, что сверхсветовая передача информации невозможна. По моему мнению, проблемы и «логические парадоксы» возникают здесь из-за некорректных формулировок. Например, когда мы говорим о телепатии, то есть о передаче информации от одного человека к другому по квантовому каналу связи, то подразумеваем использование эзотерических практик восприятия на тонких уровнях реальности. На этих уровнях высока мера запутанности, и при этом внешние объекты едины с нашим энергетическим телом, связаны с ним нелокальными квантовыми корреляциями. Поэтому сознание имеет принципиальную возможность прямого доступа (по квантовому каналу связи) к внешним объектам как к части, к внешнему «продолжению» своего собственного энергетического тела. Однако для осознанного восприятия этих корреляций наше сознание должно обладать практическим навыком индивидуальной активности на тонких уровнях реальности.

А вот если рассматривать технические решения с квантовым каналом связи, то есть с передающим устройством, приемником и т. п., то тут и возникают различные проблемы и парадоксы.

Квантовый канал связи, по сути, лишь объединяет источник и приемник информации в единое целое по отдельным степеням свободы. Опять-таки — о передаче информации между ними можно говорить лишь условно. А объединить две человеческие головы, которые должны обменяться информацией, в единое целое (как при эзотерической практике) технические квантовые каналы, которые сейчас обычно предлагаются, пока не в состоянии. Поэтому люди вынуждены дополнительно использовать классические каналы связи.

Предположим, что «наблюдатель 1» и «наблюдатель 2» разделены между собой пространством-временем на отдельные части, при этом оба они способны влиять на состояние единой квантовой системы (по квантовому каналу) и наблюдать результаты этого влияния. Почему же тогда квантовая система не может являться для обыденного сознания наблюдателей информационным мостом между ними? На этот вопрос я бы ответил так: необходимо, чтобы наблюдатели могли видеть и изменять результаты этого влияния в той части, которая их объединяет, а не разделяет. Обыденное сознание направлено на разделяющую часть, а она не имеет дела напрямую с квантовым каналом. Чтобы воспользоваться квантовым каналом связи, сознание наблюдателей должно непосредственно отслеживать процессы, происходящие со степенями свободы, которые реализуют квантовый канал. Одно из прямых решений, используемое в эзотерической практике, — смена состояния сознания и расширенное восприятие реальности, непосредственное «общение» на уровне квантовых ореолов. Думаю, что этого можно достигнуть при помощи технических средств.

Физики обычно осторожны в высказываниях о том, что может быть реализовано, а что нет. В данный момент ведутся эксперименты по плотной кодировке информации, в которых при помощи квантового канала связи удастся передать два бита информации, используя одну частицу (в классическом случае она несет один бит). Пока что для реализации этих экспериментов необходим классический канал связи. Тем не менее я считаю: нельзя делать вывод о том, что наличие классического канала связи необходимо в любом случае.

Одна из проблем мне видится в том, что, пользуясь запутанными состояниями, отправитель не может по своему усмотрению задать строго определенную последовательность сигналов. Он не может по аналогии с морзянкой «отстучать» стро-

го определенную последовательность «точек» и «тире». У него есть суперпозиция этих «знаков», и при каждом нажатии на «ключ» с равной вероятностью «выпадает» либо «точка», либо «тире». Поэтому для получателя это будет выглядеть как случайный набор «знаков», которые, тем не менее, однозначно связаны со «знаками», случайно «выпавшими» у отправителя. То есть имеется корреляция, связь между «значками» с той и с другой стороны, но как воспользоваться этой корреляцией для передачи информации, пока неясно.

В целом я оптимист и думаю, что будут найдены технические решения, позволяющие обмениваться информацией по одному квантовому каналу. Надеюсь, решения эти будут неожиданные, принципиально новые, очень далекие от существующих схем и даже представлений.



КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ И ТЕЛЕПАТИЯ. КВАНТОВАЯ ЛОГИКА

В современной квантовой теории есть еще одно интересное и, я бы сказал, занимательное направление, связанное с коммуникацией и мгновенной передачей информации по квантовому каналу связи на основе квантовой запутанности*. Это направление занимается играми, точнее, выигрышными стратегиями при наличии квантового канала, например, между двумя игроками, в то время как другая пара игроков связана обычным классическим каналом.

Неплохой обзор научных публикаций, посвященных этому направлению квантовой теории, — G. Brassard, A. Broadbent, A. Tapp, Quantum Pseudo-Telepathy, arXiv: quant-ph/0407221 (22 Nov., 2004) <http://ru.arxiv.org/abs/quant-ph/0407221>.

Я остановлюсь на нем чуть подробнее.

Авторы называют квантовый канал связи между двумя игроками «псевдотелепатией». В аннотации они пишут: «*Псевдотелепатия* — удивительное приложение квантово-информационных технологий к коммуникации. Благодаря запутанности, возможно,

* Первые публикации, положившие начало этому направлению: *Meyer D.* Quantum strategies, Phys. Rev. Lett. **82**, 1052 (1999) <http://arxiv.org/abs/quant-ph/9804010>; *Eisert J., Wilkens M. and Lewenstein M.* Quantum Games and Quantum Strategies, Phys. Rev. Lett. **83**, 3077 (1999) <http://arxiv.org/abs/quant-ph/9806088>.

самой неклассической манифестации квантовой механики, два или более квантовых игроков могут выполнять распределенную задачу без потребности в связи вообще, что было бы невозможным подвигом для классических игроков».

Как осторожно замечают авторы, вспоминая при этом эзотерику: «В этом случае телепатия, казалось бы, была не хуже, чем любое другое эзотерическое „объяснение“, не так ли?» И чуть далее: «Этот феномен мы называем „псевдотелепатией“, потому что он показался бы столь же магическим, как „истинная“ телепатия, классическому физику, но все же он имеет полностью научное объяснение — квантовую механику».

То, что раньше казалось «сверхъестественным» с точки зрения классической физики*, в рамках квантовой теории получает естественное объяснение, и, более того, квантовая механика предоставляет инструменты для количественного описания этих явлений.

Авторы обзора подчеркивают, что основной целью анализа псевдотелепатических игр является их экспериментальное приложение к изучению нелокальной природы окружающего мира и телепатии как одного из проявлений квантовой нелокальности.

Раздел 1.3 статьи называется «Какие убедительные эксперименты могут быть проведены?». Здесь говорится: «Основная мотивация для изучения игр псевдотелепатии заключается в том, что их физическая реализация обеспечивает наиболее убедительные и свободные от обходов демонстрации того, что физический мир не является локально-реалистическим».

Авторы подробно останавливаются на тех условиях, которые необходимо выполнить (обеспечить), чтобы исключить сомнения в правильности результатов экспериментов по телепатии. Речь идет о том, как убедить «заядлого любителя детерминизма», что классическая физика «is wrong» — ущербна, увечна, что ей нельзя доверять, что она является отклонением от истины, упрощением и искажением нелокальной основы реальности.

Во втором разделе статьи авторы делают обзор наиболее широко известных к настоящему времени псевдотелепатических игр. Они начинают с известной статьи Кохена и Шпекера**, которую

* См. например, статью в журнале «Квантовая магия»: Романовский М. К. «Телепатия в советские годы», <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL142004/p4369.html>.

** *Kochen S. and Specker E. P. The problem of hidden variables in quantum mechanics // Journal of Mathematics and Mechanics 17:59–87, 1967.*

часто называют одной из ключевых работ в процессе становления квантовой логики. Кохен и Шпекер пытались с помощью скрытых переменных свести квантовую логику к классической, то есть делали попытку перевести язык квантовой логики на язык классических теорий — булеву алгебру. Они показали, что это невозможно сделать, построив свой знаменитый контрпример — граф из 117 точек.

Таким образом, квантовая логика тесно переплетается с телепатическими играми квантовой теории.

Привычная для нас классическая логика является лишь частным случаем квантовой и справедлива для незначительной части реальности, описываемой классической физикой. Моментом зарождения квантовой логики как самостоятельного направления в квантовой теории можно считать 1936 год, когда Бирхгов и фон Нейман опубликовали статью «Логика квантовой механики»*.

Хотя чуть раньше, в 1932 году, фон Нейман в своей знаменитой книге «Математические основы квантовой механики»** уже обратил внимание на возможность существования особой квантовой логики, обобщающей логику классическую: «Наряду с физическими величинами R существует еще нечто, являющееся предметом физики: именно альтернативные свойства системы L ». То есть предметом физики являются не только некоторые конкретные физические величины, полученные при измерении, но и вся совокупность «непроявленных» результатов — тех, которые могли иметь место, но в данном случае не были реализованы.

Основное отличие квантовой логики от классической заключается в том, что в ней состояния физической системы определяются не только конкретными значениями связанных с системой наблюдаемых, но и всей совокупностью альтернативных свойств системы (суперпозицией состояний).

Квантовая логика существенно отличается от булевой. Например, не выполняется закон дистрибутивности в его общей форме. Дистрибутивность операций имеет место лишь для некоторых отдельных множеств, заданных на так называемых совместимых подпространствах гильбертова пространства. Дистрибутивный закон справедлив для попарно совместимых подпространств. С набором совместимых подпространств можно связать проек-

* *Birkhoff G., Neuman J. Annals of Math 37, 823, (1936).*

** *Нейман И. фон. Математические основы квантовой механики. М.: Наука, 1964.*

ционные операторы и построить наблюдаемые, которые будут попарно коммутировать, и их можно представить как функцию одного оператора, то есть им соответствуют одновременно измеряемые величины*.

Квантовая логика сейчас еще только разрабатывается, и пока трудно оценить все возможные последствия нового мышления, но одно несомненно — они будут очень значительны.

В этом отношении многое делается математиками, которые сейчас интенсивно работают над квантовыми алгоритмами и программами для квантового компьютера. Им в какой-то мере проще — не надо думать о физических ограничениях «на железе». Как только появится квантовый компьютер «в железе», у математиков уже будет в запасе большое количество готовых квантовых алгоритмов и программ.

Для реализации квантовых алгоритмов нужно небольшое число логических квантовых операторов (гейтов): однокубитные — NOT (логическое «Не»), преобразование Адамара (перевод кубита в нелокальное суперпозиционное состояние); двухкубитные — CNOT (контролируемое «Не»), SWAP (обмен состояниями) — и этого будет достаточно. С их помощью можно реализовать любые алгоритмы — не только классические, но и квантовые, которые реализуют квантовую логику.

* Более подробно см.: Белокуров В. В., Тимофеевская О. Д., Хрусталев О. А. Квантовая телепортация — обыкновенное чудо. Ижевск, 2000. С. 239–249. Сокращенный вариант книги доступен по ссылке <http://www.cryptography.ru/db/msg.html?mid=1169218&s=>.