

ОТКРЫТИЕ КВАНТОВОЙ НЕЛОКАЛЬНОСТИ

<От нелокальности Ньютона к квантовой нелокальности и далее. Может ли теория относительности считаться полной?>

Николя Жизэн (Швейцария)

Перевод М.Х.Шульмана>

arXiv:quant-ph/0512168v1 20 Dec 2005

**Can relativity be considered complete ?
From Newtonian nonlocality to quantum nonlocality and beyond**

Nicolas Gisin

Group of Applied Physics, University of Geneva, 1211 Geneva 4, Switzerland

(Dated: April 26, 2007)

Эйнштейн и его коллеги видели, что квантовая физика описывает пространственно удаленные частицы как глобальную систему, в которой эти частицы вместе образуют единое логическое целое. Они не осознавали полностью, что при этом не допускается обмен информацией и, следовательно, не возникает прямого конфликта с теорией относительности. ...

Большинство физиков не уделило существенного внимания этому аспекту квантовой физики. Установился своеобразный консенсус, что это – предмет будущих исследований, когда наука продвинется дальше. Общее понимание состояло в том, что квантовая нелокальность – не более, чем научный курьез, а не серьезная физика.

Молодые физики с трудом могут поверить, что такое важное понятие, как квантовая нелокальность, в течение ряда лет серьезно не обсуждалось. Но таково было действительное положение дел: спросите какого-либо старого профессора, значительное большинство их все еще верит, что это не важно.

Позвольте добавить к этому две маленькие истории, которые подтверждают, что все так и было. Джон Белл – знаменитый автор неравенств Белла и состояний Белла – никогда не имел аспирантов, специализирующихся в области квантовой физике. Когда молодой физик подходил к нему и заводил разговор о нелокальности, Джон первым делом спрашивал его: "А у вас есть постоянное место работы?". В самом деле, без такой постоянной должности невозможно было осмеливаться заниматься проблемой нелокальности! Отметим, что Джон Белл практически никогда не публиковал свои замечательные и сегодня знаменитые статьи в серьезных журналах: борьба с рецензентами была слишком ... длительной (если не пользоваться более адекватной терминологией). Далее, если бы вы посетили ЦЕРН, где Джон Белл постоянно работал в теоретическом отделе, и спросили первого встречного о вкладе Джона в физику, его работа в области оснований квантовой физики вряд ли была бы упомянута (правда, он внес большой вклад и в других областях физики).

Другая история произошла со мной, когда, будучи молодым пост-докторантом, я попытался опубликовать одну свою статью. В статье я писал: "Квантовая частица

может исчезнуть в точке А и одновременно возникнуть в точке В, без какого-либо перемещения между этими точками”. Рецензент принял статью при условии, что эта скандальная фраза будет удалена. Рецензент оценивал свое отеческое отношение так серьезно, что сказал мне: “Смотрите, как я помог Вам!” (возможно, он старался быть политкорректным). ...

Соответственно, квантовая теория предсказывает, что в некоторых случаях ее результаты не могут быть объяснены никакой механической локальной моделью, т.е. некоторые экзамены могут быть сданы с более высокой оценкой, чем это возможно с классической точки зрения. Тот факт, что эти случаи были специально придуманы, чтобы показать “превосходство” квантовой физики, никак не влияет на выводы. Как только эти полезные и естественные случаи, конкретизирующие превосходящую мощь квантовой физики по отношению ко всем возможным локальным стратегиям, были найдены, квантовая нелокальность была принята физическим сообществом.

Я хочу привести некоторую статистику употребления слов “Неравенство Белла” и “нелокальность” в журнале *Physical Review Letters*. Я установил, что фазовый переход произошел в ранних 1990-х, после статьи Экерта по квантовой криптографии. В 1997 г. я впервые опубликовал в PRL статью с фразой: “Квантовая теория нелокальна” и заслужил много упреков в том, что это – провокативное заявление; сегодня то же утверждение можно найти во многих статьях, и это не вызывает никаких претензий. ...

Лишь очень небольшое меньшинство физиков еще отказывается признать квантовую нелокальность. Они спрашивают (зачастую с раздражением): *Как можно, находясь в одной (из двух, разделенных в пространстве-времени) точке, узнать, что происходит в другой, не обмениваясь информацией?* Я думаю, это замечательный вопрос! Годами я засыпал, размышляя об этом. ...

История нелокальности в физике замечательна. Она восходит к Ньютону. Сначала она испытала ускорение в районе 1935 г. благодаря статьям Эйнштейна (ЭПР) и о кошке Шредингера. Далее она медленно эволюционировала (благодаря работам Джона Белла, Джона Клаузера и Алэна Аспека, а также многих других) от чисто философских дебатов до вопросов, решаемых экспериментальной физикой, или даже экспериментальной метафизикой, как прекрасно выразился Эбнер Шимони. Сейчас, в течение последнего десятилетия, она помчалась на полной скорости. С концептуальной точки зрения произошли два принципиальных прорыва. Вначале появилась статья Артура Экерта в PRL (1991), в которой строго была показана глубокая связь между нелокальностью и криптографией. Вторым прорывом, по моему мнению, является открытие PR-ящика, пришло понимание того, что бессигнальные корреляции могут анализироваться сами по себе, без необходимости привлекать обычную артиллерию гильбертовых пространств, таким образом, появился простой концептуальный инструмент для обобщения квантовой нелокальности. ...

Так может ли теория относительности рассматриваться в качестве полной теории? Что ж, если нелокальность реально существует, как многократно резюмировалось в данной статье, то во всех полных теориях должно найтись для нее место. Следовательно, вопрос должен быть поставлен так: “Есть ли место в теории относительности для бессигнальных нелокальных корреляций?”