

Круглый стол по фундаментальным проблемам квантовой физики

Вопросы, предлагаемые для обсуждения (были подготовлены А.Ю. Севальниковым, Институт философии РАН и В.Э. Тереховичем, Санкт-Петербургский Государственный университет):

Проблема, встающая перед интерпретацией эффектов квантовой механики - следующая. Если истинность квантовой теории подтверждается множеством экспериментов, то дискуссия о реальности вводимых ею объектов далека от завершения. Ключевая проблема, осуждающаяся с самого зарождения квантовой теории и вплоть до сегодняшнего дня состоит в следующем вопросе. Представляют ли квантовые состояния нечто в объективной реальности и, если да, то каковы особенности этой реальности? Обсуждая этот вопрос, мы должны решить две языковых и философских проблемы.

Во-первых, в вопросах о реальности обычно подразумевается, что объект (событие) может или существовать (происходить), или нет. Но такая двоичная логика, заложенная в вопросе, сразу же порождает парадоксы в описании квантовых явлений. Возможно, более перспективным было бы вводить, как это и предлагается, различие между модусами существования, например, «актуальное-действительное» и «потенциальное-возможное».

Во-вторых, не определен сам термин «объективная реальность». Если объективность означает независимость от субъекта, тогда что понимать под субъектом, получающим информацию о квантовом состоянии? Любого индивидуума обладающего сознанием, подготовленного физика, измерительный прибор, любые макрообъекты или что-то еще? И что скрывается под двумя принципами квантовой механики, о которых говорит Ричард Фейнман (Фейнмановские лекции по физике, Т. 3-4, М., 1977, с. 217): либо событие может произойти несколькими взаимоисключающими способами, либо мы можем узнать, какая из этих альтернатив осуществляется. В двух случаях мы имеем различные правила определения вероятности обнаружения квантового объекта. По самому Фейнману, существование этих двух принципов представляет из себя «крепкий орешек», который «разгрызть человеку не по зубам» (Там же, с. 218). Так ли это?? Что вообще означает понятие существования? Можем ли мы вообще говорить о существовании квантовых объектов в пространстве-времени?

В связи с этим предлагается сосредоточиться на первой группе вопросов, связанных с проблемой существования (реальности).

- ✓ Существуют ли квантовые объекты (вектора состояния) между измерениями (пси-онтическая точка зрения)? Или волновая функция описывает только наше знание (пси-эпистемологическая точка зрения)?
- ✓ В чем достоинства двухмодусной модели существования: потенциальное-актуальное для описания квантовых явлений?

- ✓ Какие части формализма квантовой теории наиболее адекватно описывают существование квантовых объектов (вектор состояния, операторы поля, комплексная фаза, возможные пути в формализме интегралов по траекториям)?
- ✓ Возникает ли классический мир из квантового мира, и если да – то как?
- ✓ В каком пространстве существуют вектора состояния (суперпозиция)?
- ✓ В каком времени существуют вектора состояния (суперпозиция)?

В будущем можно было бы более подробно обсудить и другие проблемы:

Проблемы измерения.

- Каков механизм перехода от суперпозиции к классическому состоянию? Нужно ли сохранять представление о мгновенном коллапсе волновой функции? Как можно разделить квантовую и классическую части наблюдателя и его приборов?
- Какова роль наблюдателя (его сознания и воли) в переходе от суперпозиции к классическому состоянию? Что важнее, знание наблюдателя или сама возможность получения знания (наличие информации в системе)? Можно ли говорить, что наблюдатель участвует в создании классической реальности? Какой объект можно называть наблюдателем?
- Почему в экспериментах для разрушения суперпозиции и интерференции достаточно лишь возможности получить информацию о свойствах квантовой частицы, а не самого наблюдения?
- Чем информация в системе отличается в информации для наблюдателя (знание)?
- Почему измерение подчиняется правилу Борна? Почему одни возможности (компоненты волновой функции) имеют больше шансов стать наблюдаемыми?
- Почему состояния, возникшие после разрушения суперпозиции (результаты измерения) подчиняются классическим законам?
- Достаточно ли механизма декогеренции для объяснения перехода от суперпозиции к классическому состоянию?
- Где происходят вычисления в квантовом компьютере и как их результаты становятся классической информацией?

Проблемы причинности.

- ✓ Квантовая неопределенность – это свойство квантовой реальности или нашего знания?
- ✓ Какие законы (какая причинность) первичны – вероятностные или однозначные (детерминизм)?

- ✓ Нарушает ли квантовая нелокальность принцип причинности специальной теории относительности?
- ✓ Работает ли принцип причинности на квантовом уровне? Может ли нарушаться порядок причин и следствий у квантовых явлений? Если да, что это значит для классического мира?

Проблемы нелокальности.

- ✓ Как одна и та же квантовая частица может одновременно находиться в разных местах?
- ✓ Можно ли нелокальные корреляции запутанных объектов считать взаимодействием со сверхсветовой скоростью?
- ✓ Совместима ли квантовая нелокальность со специальной теорией относительности?