

## Конференция «Онтология квантовой механики»,

14-15 октября 2014 года, Москва

### 1. Терехович В.Э. «Модальные подходы в философии и квантовой механике»

В сообщении рассмотрены параллели, возникающие при сравнении модальных подходов популярных интерпретаций квантовой механики с анализом возможных объектов и возможных миров в современной аналитической метафизике.

Модальный подход к описанию квантовых явлений сегодня широко используется во многих интерпретациях квантовой механики (В. Гейзенберг, В. Фок, Д. Бом, Б. ван Фраассен, Д. Дикс, О. Ломбарди, М. Суарез и др.). Благодаря нему существенно упрощается понимание наблюдаемых фактов, необъяснимых в рамках классических понятий. Действительно, если физическая возможность логически согласована с физическими законами в целом, то квантовую возможность можно рассматривать как любую возможность, логически согласованную с квантовыми законами. Если актуальный мир – это привычный мир классических объектов и однозначных законов, то квантовые возможные миры можно представить как наборы возможных состояний или историй квантового поля (квантовых частиц).

Будем исходить из предположения, что для построения объяснительной модели квантовых явлений необходимо ответить на ряд вопросов, связанных с модальными понятиями: «возможность», «актуальность», «необходимость» и «случайность». Вот лишь некоторые из них.

- Что такое возможное состояние квантового поля и возможные траектории истории квантовой частицы? Какова степень их реальности?
- Почему только одно возможное состояние (история) становится актуальным?
- Как неопределенность вероятностных возможных состояний переходит в необходимость однозначных актуальных состояний?
- Почему в опыте необходимо наблюдается один конкретный мир, состоящий только из некоторых возможных состояний (историй), необходимо подчиняющихся одним и тем же законам?

Большинство физиков слабо знакомы с проблемами модального анализа и используют понятия «возможное» и «актуальное» в интерпретациях квантовой механики чисто интуитивно, что иногда только усложняет описание. Поэтому, я полагаю, что для сравнения эвристической ценности разных интерпретаций, было бы полезным сопоставить их с современной философской дискуссией о реальности возможных объектов и возможных миров.

Во второй половине прошлого века благодаря развитию модальной логики или семантики возможных миров, а также космических наблюдений и квантовых экспериментов возник повышенный интерес к философской традиции изучения модальностей.

В метафизике модальности обычно рассматривают с нескольких точек зрения, например, *эпистемологической*, *логической*, *номологической* (связанной с законами природы), *метафизической* или *физической*. Каждая связана с особым пониманием логического и онтологического статуса возможностей или возможных объектов. Чаще всего эти статусы классифицируют по следующим основным направлениям: *номинализм*, *концептуализм*,

*модальный реализм, пессимизм, актуализм и эссенциальный диспозиционализм.* Особый интерес представляет концепция Г. Лейбница, объединяющая представление о соревнующихся возможностях и выбор Богом наилучшего из миров.

Не меньшим разнообразием отличаются современные философские концепции возможных миров, как непротиворечивых совокупностей возможностей, возможных объектов или возможных состояний дел. Классификацию взглядов на возможные миры можно провести, как минимум, по трем критериям: (а) с точки зрения реальности возможных миров, (б) с точки зрения соотношения «бытия», «существования» и «актуальности» в возможных и актуальных мирах, (с) с точки зрения степени реализованности в актуальном мире конкретных возможных отношений между объектами, возможного состояния дел или полноты истины. Каждая концепция в той или иной степени пытается ответить на ряд философских вопросов. Что такое возможный мир? Что значит существовать в возможном мире? Как существуют нереализованные возможности? Как возможные миры связаны друг с другом? Как возможные миры связаны с сознанием человека?

Проведем классификацию интерпретаций квантовой механики, использующих модальный подход, по их близости к номиналистической или реалистической традиции.

С точки зрения *номиналистической* традиции возможные состояния или истории квантового поля (квантовых частиц) существуют только в моделях и формулах, которые выведены из опыта как инструменты теоретического изучения актуального мира, и не имеют независимой жизни. В анализе возможных миров такой взгляд сочетается с *актуализмом* (множество возможностей в одной реальности).

В соответствии с *реалистической* точкой зрения возможные состояния или истории квантового поля (квантовых частиц) существуют независимо от человеческого разума. В анализе возможных миров такой взгляд сочетается с несколькими концепциями возможных миров. Для *модального реализма* (множество реальностей из всех возможностей) квантовые возможные миры существуют так же актуально для своих объектов, как наш актуальный мир для нас. С точки зрения *пессимизма* (одна реальность из множества возможностей) квантовый возможный мир онтологически существует как набор потенциалов, еще не реализованных в нашем единственном актуальном мире.

Номиналистический подход разделяют интерпретации, принципиально отличающиеся по другим вопросам: копенгагенская в версии Н. Бора, статистическая, реляционная, некоторые модальные. Авторы интерпретаций, прямо использующие модальные понятия, например, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, В. Фок, Л. Де Бройль, Д. Бом, Р. Пенроуз и другие тяготеют к реализму и пессимизму. В определенной степени это можно сказать и о экзистенциальной, информационной, согласованных историй и некоторых модальных интерпретациях. Часть утверждений многомировой интерпретации близки к модальному реализму, другие, наоборот, прямо ему противостоят.

Можно предположить, что сопоставление модальных подходов, используемых в квантовой механике и философии, позволит по-новому взглянуть на проблемы каждой из этих областей познания.

## **2. Терехович В. Э. «Модель суммирования сосуществующих возможностей в квантовой и классической механике»**

Одна из целей интерпретации квантовой механики состоит в понимании, каким образом реальность квантовых объектов связана с реальностью классической, и как вероятностные законы переходят в однозначные законы движения. В основе предлагаемой гипотезы лежит онтологическая идея о переходе из потенциального бытия в актуальное существование. Описана модель, объединяющая модальный подход из аналитической философии с моделью квантовой декогеренции и формулировкой квантовой механики через суммирование по траекториям Р. Фейнмана.

Используется оптико-механическая аналогия принципов Гамильтона, Ферма и Гюйгенса, в свое время натолкнувшая Л. Де Бройля и Э. Шредингера на идею создания волновой механики, в которой бесконечное множество равноправных возможных волновых путей складываются путем интерференции, образуя волновой фронт вероятности. В качестве онтологического каркаса гипотезы используется концепция соревнующихся возможностей Г. Лейбница, согласно которой «из столкновения всех возможностей проистекает, что осуществляется тот ряд вещей, который содержит наибольший ряд возможностей».

Модальный подход к описанию квантовых явлений, как проявлению возможного существования, используется во многих интерпретациях квантовой механики (В. Гейзенберг, В. Фок, Д. Бом, Б. ван Фраассен, Д. Дикс, О. Ломбарди, М. Суарез и др.). Механизм декогеренции широко применяется в объяснении перехода квантовой реальности в классическую (Д. Бом, Д. Уоллес, М. Гелл-Манн, Дж. Хартл, В. Зурек). В модели суммирования по траекториям предполагается, что квантовая частица «движется» сразу по всем возможным историям (мировым линиям) между начальным и конечным событиями. Эти истории находятся в квантовой суперпозиции; они согласованы друг с другом (когерентны), но одновременно - альтернативны, поскольку не совместимы в классическом пространстве-времени. Каждая возможная история обладает фазой амплитуды вероятности. В результате сложения фазы одних возможных историй усиливаются, а фазы других взаимно гасятся. Возникающая история с максимальной вероятностью является актуальной историей или траекторией частицы (для фотона это геодезическая). Именно ее мы наблюдаем.

В квантовой теории поля метод Фейнмана принято рассматривать только как удобный формальный математический инструмент. Нечто похожее происходит и в аналитической механике макроскопических объектов. Полет классического тела можно описать через принцип наименьшего действия, согласно которому из всех возможных траекторий действительной будет та, вдоль которой величина *действия* окажется минимальной (стационарной). В частном случае *действие* равно разности кинетической и потенциальной энергий.

Предлагаемая модель «суммирования сосуществующих возможностей» рассматривает все возможные альтернативные движения как квантовой, так и классической физической системы сосуществующими в суперпозиции «одновременно» в возможном модусе бытия. Иначе говоря, классическое представление о движении вдоль уникальной траектории заменяется «одновременным» движением вдоль бесконечного множества возможных траекторий или мировых линий в гильбертовом бесконечномерном комплексном пространстве возможностей. В результате сложения всех возможных альтернативных движений одно из них становится результирующим, и его вероятность максимальной. Это движение существует в актуальном модусе бытия и может быть наблюдаемо в опыте с помощью макроскопических приборов.

Я предполагаю, что возможные пути классического тела в принципе наименьшего действия и виртуальные траектории квантовых частиц в модели Фейнмана имеют общую

онтологическую природу. И те, и другие описывают переход потенциального бытия в актуальное. Принцип наименьшего действия можно представить как одну из удобных физических моделей описания онтологической концепции перехода бытия из возможной модальности в актуальную. Квантовые системы можно считать принадлежащими к области потенциального бытия, а классические системы – к области актуального существования. Можно предположить, что картина физической реальности, основанная на опыте и здравом смысле, является наиболее вероятным из множества возможных.

В различных интерпретациях квантовой механики факт наблюдения или создает реальность из возможности (Копенгагенская), или выбирает один из миров (Многомировая), или обнаруживает одну из многих возможностей (Модальная). В модели «суммирования сосуществующих возможностей» наблюдаемое актуальное состояние системы представляется результатом использования системой сразу всех возможных историй и всех возможных состояний.