

Проблема природы вероятности в различных интерпретациях квантовой механики

Научный руководитель – Хмелевская Светлана Анатольевна

Михайлов Кирилл Анатольевич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Философский факультет, Кафедра философии естественных факультетов, Москва, Россия

E-mail: airdesign@mail.ru

За прошедшие сто лет развития квантовой механики было разработано довольно большое количество ее интерпретаций. Под интерпретацией теории обычно понимают совокупность философских и методологических подходов, раскрывающие связь между математический формализмом и аксиомы теории с физическим миром, а также определяющие различные онтологические и эпистемологические следствия.

Под интерпретацией квантовой механики предполагают разъяснение вопросов, связанных с коллапсом волновой функции в процессе измерения, раскрытие сущности самой волновой функции, принятие или опровержение концепции нелокальности, ответы на вопросы онтологии элементарных частиц и вопросы существования их свойств до измерения. Неоднозначность и неочевидность решения данных задач в теории микромира служат причиной количества и разнообразия интерпретаций, которые также подразумевают различное понимание вероятности, как ее определения, так и природы.

Различные подходы к понятию вероятности предполагают разное физическое осмысление всей теории. В копенгагенской интерпретации квантовой механики вероятность приобретает «офизиченный» материальный статус [1]. Однако он имеет специфический характер, отличный от классического понимания. Например, в материализме материя понималась как независимая от сознания сущность, независимая чего-либо другого, являющаяся причиной самой себя. Сознанию придавался статус функции высокоорганизованной материи. В квантовой механике сознание выступает как то, что может изменять саму объективную реальность и не является свойством волны вероятности. Именно эту ситуацию К. Поппер трактовал как «бред квантово-теоретического возмущения субъектом объекта знания» [2, с. 53].

Необходимость онтологического статуса вероятности в квантовой механике и фундаментальный индетерминизм копенгагенской интерпретации всегда вызывал определенные сомнения. К числу сторонников понимания вероятности как следствия из неучтенных параметров теории следует отнести Д. Бома. Им была разработана интерпретация «волны-пилота», позволяющая рассматривать свойства частиц до измерения в определенном смысле как скрытые параметры [3]. Функция волны вероятности получила особое конфигурационное пространство. В его интерпретации определение вероятности не совпадает с копенгагенской. и имеет статистическую природу.

В реляционной интерпретации квантовой механики состояние системы всегда определяется по отношению к состоянию другого физического объекта, взаимодействующего с ней. Вероятность не является выражением фундаментальной случайности в теории микромира, как это происходит в копенгагенской интерпретации, но определенным образом отражает структуру отношений между физическими системами или отношением между наблюдателем и системой. Вероятность возникает в момент взаимодействия между двумя системами как один из результатов взаимодействия, описывает статистические закономерности, возникающие в ансамбле взаимодействий между системами.

В интерпретации квантового байесианства вероятность определяет количественную меру достоверности для некоторого испытания, определяется только субъектом, проводящим опыт. Вероятность не имеет объективного статуса, и отличие классического представления вероятности от квантового заключаются не в ее определении, а в сути информации, которую они передают [4]. Функция волны вероятности не имеет онтологического статуса, является некоторым личным убеждением агента, представляет степень его уверенности в будущих возможных результатах измерения, после проведения которых происходит изменение этих убеждений.

Информационная интерпретация является одной из веток байесианства. В ней волна вероятности рассматривается как описание информации о возможных результатах измерений и связях между системами, которые может получить наблюдатель. Она содержит максимальную информацию о системе, однако, без возможности точного определения результатов измерений.

В многомировой интерпретации Эверетта волна вероятности получает онтологический статус, также, как и в копенгагенской. Она является физической реальностью, существующей независимо от экспериментов и экспериментаторов, имеет материальный статус [5, С.4]. Вероятность является мерой «ветвления» вселенной, отражает относительную распространенность ветвей, в которых может оказаться наблюдатель.

Развитие квантовой механики приводит к появлению различных интерпретаций, созданных для разрешения определенных парадоксов и проблем теории. В некоторых интерпретациях понятие вероятности получает онтологический статус, в других рассматривается как математический конструкт для расчетов, или является чем-то совершенно новым и специфическим. Постоянное переосмысление определений вероятности свидетельствуют о продолжающихся поисках теории, избавленной от совокупности, ставших уже стандартными, проблем. Из онтологического статуса волновой функции и индетерминизма в микромире вытекает нелокальность. Отсутствие суперпозиции свойств до измерения означает отсутствие нелокальности. Поиск нелокальной неинструменталистской теории с возможностью суперпозиции состояний свойств и отсутствием онтологического статуса вероятности как правило помещает исследователей в определенный замкнутый круг.

Источники и литература

- 1) Андреев А.В. Роль физики в изменении смысла понятия «вероятность» // Исследования по истории физики и механики 1998-1999, М.: Наука, 2000, с. 214 – 238
- 2) Поппер К.Р. Квантовая теория и раскол в физике, М.: Логос, 1998
- 3) Эрекаев В.Д. Квантовая механика и современная философия. М.: «Ленанд», 2023
- 4) Bohm D. // Physical Review. 85. 1952 p. 166-193
- 5) Everett H. (1957). "Relative State" Formulation of Quantum Mechanics. Reviews of Modern Physics, 29(3), p. 454 – 462