

ИНФОРМАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ. ЭКСПЕРИМЕНТ ШРЕДИНГЕРА

Э.А. ИСАЕВА

*Институт Физики им. академика Г.М. Абдуллаева
НАН Азербайджана, пр. Джавида 33, Баку, Az1143,
e-mail: elmira@physics.ab.az*

Einştein-Podolski-Rozen paradoksu və «Schrodinger pişik» experimenti ölçmələrin informasiya aspektindən baxılıb.

Рассматриваются парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена и эксперимент «Шредингеровский кот» с точки зрения информационного аспекта измерения.

It has been considered the paradox of Einstein-Podolsky-Rozen and «Schrodinger cat» experiment from the information aspect point of view.

Известно, что наряду с динамическим аспектом измерения существует еще и информационный, в котором рассматривается восприятие человека [1]. Объекты являются источниками информации и понятно, что количество информации зависит от числа воспринимаемых объектов. Макромир воспринимается человеком непосредственно, а микромир через прибор. Но через прибор будет восприниматься намного меньшее число объектов, и поэтому информации будет меньше. Поэтому можно сказать, что восприятие невидимого микромира является неполным. Наверное, в этом скрывается причина, имеющих место в квантовой физике, соотношений неопределенностей Гейзенберга.

Обозначим через N_k и N_q число воспринимаемых объектов в макромире (классический мир) и микромире (квантовый мир), соответственно. Понятно, что неопределенность обратно пропорциональна числу воспринимаемых объектов, и мы можем ввести единицу неопределенности, которая будет $\Delta\alpha_k = \frac{A}{N_k}$ в

макромире и $\Delta\alpha_q = \frac{A}{N_q}$ в микромире, где A –

постоянная, связанная с человеческой способностью воспринимать окружающий мир. Из-за того, что $N_k \gg N_q$, микромир более неопределенный, нежели макромир.

При научном познании мира, человек производит наблюдение (наблюдение – это целенаправленное восприятие), в котором уже воспринимаются не все объекты, а избороочные. Обозначим это число через n_k в макромире и n_q в микромире. Ясно, что неопределенность α пропорциональна числу объектов оставшихся вне наблюдения, которое есть $(N_k - n_k)$ в макромире и $(N_q - n_q)$ в микромире. Таким образом,

$\alpha_k = (N_k - n_k)\Delta\alpha_k = (N_k - n_k)\frac{A}{N_k}$ в макромире и

$\alpha_q = (N_q - n_q)\Delta\alpha_q = (N_q - n_q)\frac{A}{N_q}$ в микромире.

Рассмотрим случай, когда в обоих мирах неопределенность одна и та же, т.е. $\alpha_k = \alpha_q$. Этот случай, конечно, возможен только в самом процессе измерения, когда число наблюдаемых в микромире становится

больше, чем в макромире. Сам процесс измерения можно охарактеризовать, как действие человека в «макромир+миромир» системе. Сознание наблюдателя может либо входить, либо не входить в эту систему.

Итак, из $\alpha_k = \alpha_q$ мы получаем, что $n_q = \frac{N_q}{N_k} n_k$.

Принимая во внимание, что N_k и N_q постоянные, из этой формулы видно, что увеличение числа наблюдаемых в микромире приводит к увеличению числа наблюдаемых в макромире. Действительно, как мы знаем, в известном Эйнштейн – Подольский – Розен (ЭПР) парадоксе [2] имеет место внутренняя корреляция в квантовой системе. В этом парадоксе рассматриваются две частицы, которые взаимодействовали друг с другом некоторое время. Они оказываются в запутанном, или лучше сказать в связанном состоянии, потому что измерением импульса одной из частиц можно предсказать, не делая измерения, импульс другой частицы. Но разве это не означает вышесказанное увеличение числа наблюдаемых? Ведь не делая специально наблюдения или измерения, мы, тем не менее, получаем дополнительную информацию. Нильс Бор в свое время объяснял этот парадокс определенной конфигурацией приборов [3]. Именно эта конфигурация отвечает условию уменьшения неопределенности в микромире, из-за которой в результате мы получаем дополнительную информацию. Как пишет Бор: «... в каждой экспериментальной установке необходимо проводить границу между теми частями рассматриваемой физической системы, которые мы перечисляем к измерительным приборам и теми, которые являются объектами, подлежащими исследованию». Сам Бор выбирает эту границу таким образом, как он пишет: «Выбор место для этой границы возможен лишь в пределах той области, где квантово-механическое описание данного процесса по существу эквивалентно классическому описанию». Таким образом, в квантовой физике все зависит от выбора границы между прибором и объектом измерения. Выбор этой границы будет производиться со стороны наблюдателя, который должен для этого цели не быть включен в систему «макромир+миромир». Такая система является открытой. Но что произойдет, если наблюдателя включить в эту систему? В этом случае имеет место система «макромир+миромир+сознание наблюдателя», которая

является уже замкнутой. Понятно, что границу выбирать уже будет некому и поэтому вопрос о границе теряет смысл. Выше, не включенный в систему наблюдатель при определенной конфигурации приборов мог получить дополнительную информацию о микромире, тем самым могла уменьшаться неопределенность квантового мира. В этом случае, микромир мог становиться таким же неопределенным, как макромир. Но при включенном в систему наблюдателе происходит все по-другому. Наблюдатель, оторванный из макромира оказывается в микромире, поэтому макромир становится для него таким неопределенным, как микромир. Напомним, что мы рассматриваем с самого начала случай $\alpha_k = \alpha_q$ и оно выполняется в обоих случаях. Но, если в случае без включения наблюдателя в систему (система открытая) неопределенность α уменьшалась, то, напротив, при включения наблюдателя в систему (система замкнутая) неопределенность увеличивалась. Все вышесказанное можно использовать при рассмотрении эксперимента «шредингеровский кот» [4]. В этом эксперименте состояние радиоактивного атома «одновременно распался и не распался» становится связанным не с другим атомом, как подобно в ЭПР парадоксе, а с макроскопическим объектом – котом в закрытой камере с этим радиоактивным атомом. Взаимодействие этих двух объектов из разных миров возможно, оно осуществляется через детектор распада – молоток – ампула с синильной кислотой [4]. Поэтому имеет место парадокс – запутанное состояние «кот жив и мертв одновременно». В открытой системе парадокс может разрешиться тем, что наблюдатель из-за того, что он не охвачен самой

системой, может открыть камеру и увидеть, что, например, кот жив. В этом случае происходит декогеренция, т.е. коллапс происходит волновых функций сознания наблюдателя и окружающего мира [4]. Граница, о которой говорилось выше, в случае, когда камера со шредингеровским котом еще закрыта, проходит перед камерой. Информации нет относительно ни кота, ни атома. Это – одна из конфигураций приборов. В случае, когда камера открывается, граница уже может проходить внутри камеры, охватывая кота. Мы получаем информацию о состоянии кота (жив или мертв). По его состоянию мы можем узнать и о состоянии атома (распался или не распался). Рассматриваемый атом становится как-бы объектом макромира. Эта уже совсем другая конфигурация приборов, при которой мы получаем дополнительную информацию о микромире. Она подобна той определенной конфигурации приборов, о которой пишет Бор относительно ЭПР парадокса. Таким образом, получая дополнительную информацию о микромире, неопределенность в ней, уменьшаясь, может становится равной неопределенности в макромире, т.е. $\alpha_k = \alpha_q$. В замкнутой системе имеет место уже совсем другая картина. Из-за того, что наблюдатель, его сознание охвачено самой системой «шредингеровский кот», не может происходить декогеренция. Некому открыть камеру и посмотреть. Кот Шредингера становится как-бы объектом микромира. Таким образом, неопределенность макромира увеличиваясь, становится равной неопределенности микромира, т.е. опять $\alpha_k = \alpha_q$.

-
- [1]. *Б.Б. Кадомцев* Динамика и информация, Изд-во «Успехи физических наук», Москва, 1999, 400с.
[2]. *A.Einstein, B.Podolsky, N.Rosen*, Phys. Rev., 47, (1935), 777

- [3]. *N.Bohr*, Phys. Rev., 48, (1935), 696
[4]. *М.Б.Менский*, УФН, 43, 6, (2000), 631