

МОДЕЛИ КВАНТОВОГО ШУМА И СПОСОБЫ ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ

Птицын Г.А.

ИХФ РАН

Измерение числа квантов (скажем, фотонов) в физических процессах обычно дает случайные результаты. Причина этого - квантовый шум. Этот вид шума следует рассматривать как эндогенный и универсальный, т.е. присущий и измерительным приборам, и самой измеряемой физической системе. Особенность этого шума в том, что он способен разрушать квантовые суперпозиции состояний. Это значит, что он является нелинейным процессом в гильбертовом пространстве состояний квантовой системы и, следовательно, не может быть описан в рамках уравнения Шредингера и в рамках существующей квантовой теории.

Последовательная теория квантового шума до сих пор не создана. Это связано с тем, что не ясна его природа. Не известно ни "что шумит", ни "как шумит". В существующей квантовой теории разработаны лишь приемы обхода этой проблемы основанные на том, что величина квантового шума в измеряемой микросистеме обычно мала, и он явно проявляется только при ее взаимодействии с регистрирующим прибором. А в приборе, в свою очередь, вероятности различных исходов можно рассчитать исходя из невозмущенного состояния микросистемы до измерения без явного рассмотрения самого флуктуационного процесса измерения.

Однако из-за нелинейности квантового шума такой подход не всегда достаточен. В частности, из разрабатываемых нами моделей квантового шума следует, что при изучении маловероятных процессов и при описании динамики пучков частиц малой интенсивности может быть необходим учет квантовых флуктуаций в самой физической системе до ее измерения. Относительная роль квантового шума при малых вероятностях и интенсивностях возрастает, и он может заметно влиять на результаты интерференционных экспериментов.

Так, если свести вместе разведенные в пространстве когерентные пучки частиц и зарегистрировать их интерференцию, как это делается в интерферометрах, то квантовый шум будет вносить вклад в размывание интерференционной картины. Вклад эндогенного квантового шума в разрушение интерференции может быть выделен по его неустранимости и специфической зависимости от интенсивности пучков и времени их раздельного существования. Постановка подобных экспериментов позволила бы оценить параметры разрабатываемых нами моделей универсального квантового шума.

Изучение квантового шума и разработка его теории представляют интерес как для конкретных приложений (интерферометрия, квантовые вычисления, астрофизика), так и для развития теории измерений, квантовой теории, квантового обоснования термодинамики.