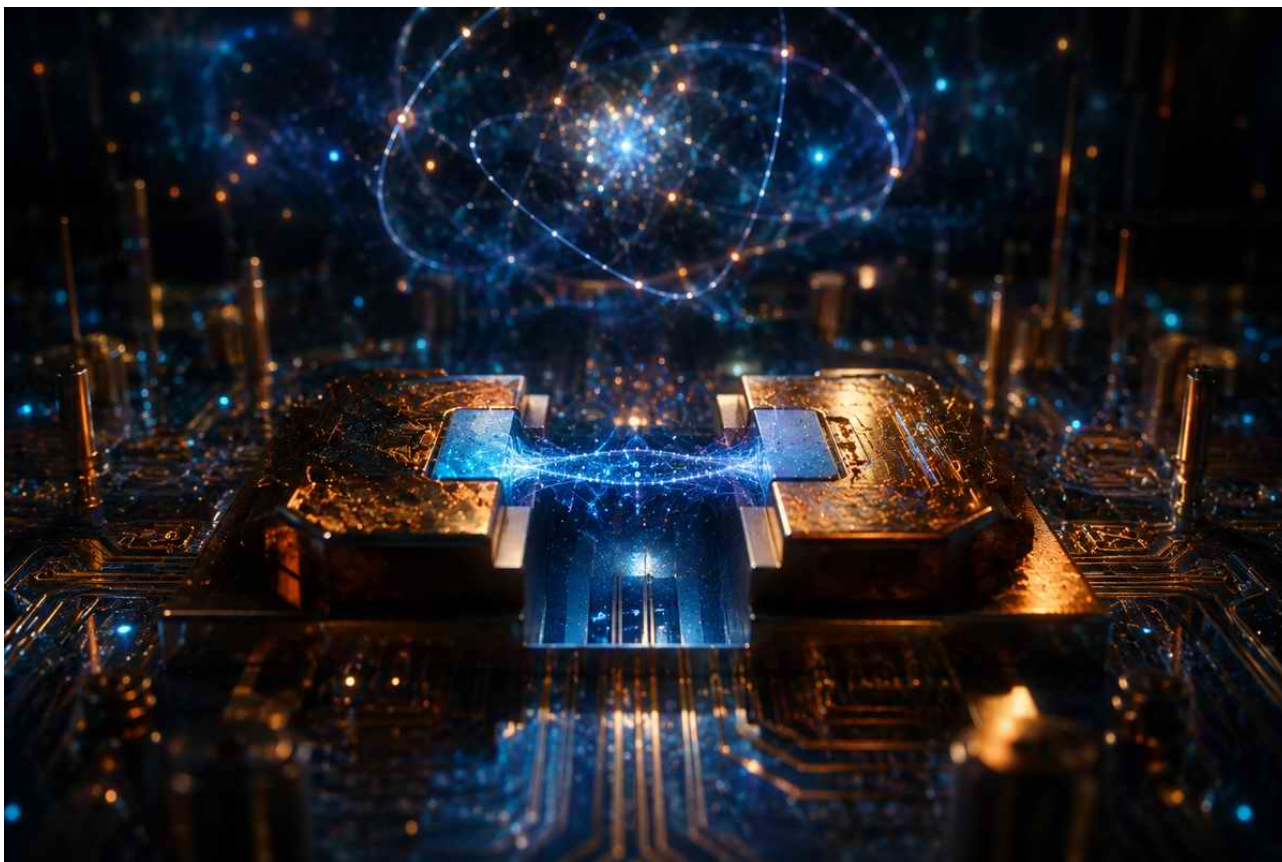


Как Нобелевская премия по физике 2025 года стерла грань между микромиром и макромиром



Дата публикации: 10.07.2026

Нобелевская премия по физике 2025 года, присужденная Джону Кларку, Мишелю Деворе и Джону Мартинису, стала признанием открытия, которое радикально изменило представления о границе между квантовым и привычным нам макроскопическим миром. Лауреаты были отмечены за открытие макроскопического квантового туннелирования и квантования энергии в электрической цепи. Их эксперименты показали, что законы квантовой механики действуют не только для отдельных атомов и элементарных частиц, но и для объектов, состоящих из миллиардов куперовских пар электронов, объединенных в единое коллективное квантовое состояние. Именно эта работа, начавшаяся еще в середине 1980-х годов, стала фундаментом современной квантовой инженерии и сверхпроводящих квантовых компьютеров.

В основе экспериментов лежал джозефсоновский переход — одна из важнейших конструкций современной сверхпроводящей электроники. Он представляет собой два сверхпроводника, разделенные чрезвычайно тонким изолирующим слоем. Несмотря на наличие барьера, куперовские пары способны

проходить через него благодаря квантовому туннелированию. Именно этот эффект, предсказанный Брайаном Джозефсоном еще в начале 1960-х годов, позволил создать сверхпроводящие электрические цепи с необычными квантовыми свойствами. Соединив несколько таких переходов в единую схему размером в несколько сантиметров, исследователи получили объект, который можно было держать в руках, но который подчинялся тем же законам квантовой механики, что и отдельный атом.

Главная задача состояла в том, чтобы доказать: наблюдаемые эффекты действительно имеют квантовую природу, а не являются следствием обычных тепловых процессов. Для этого экспериментальную установку охлаждали до температур ниже 50 милликельвинов — всего на несколько сотых градуса выше абсолютного нуля. При столь экстремальном охлаждении тепловое движение практически исчезает, а коллективное состояние сверхпроводника сохраняет квантовую когерентность достаточно долго для проведения точных измерений. Дополнительно использовалось микроволновое излучение, позволяющее управлять состоянием цепи и исследовать ее энергетическую структуру.

Решающим результатом стало наблюдение того, что скорость выхода системы из метастабильного состояния переставала зависеть от температуры. Если бы переход происходил за счет обычного нагрева, вероятность «побега» должна была уменьшаться при дальнейшем охлаждении. Однако этого не происходило. Единственным объяснением оставалось квантовое туннелирование — процесс, при котором система проходит через энергетический барьер без необходимости преодолевать его классическим способом. Подобное явление давно было известно для электронов, атомов и других микрочастиц, но впервые его удалось надежно зарегистрировать для макроскопической сверхпроводящей цепи, содержащей огромное количество коллективно взаимодействующих электронов.

Не менее важным стало обнаружение дискретных энергетических уровней. Под воздействием микроволнового излучения цепь поглощала энергию только строго определенными порциями, словно искусственный атом с собственным набором квантовых состояний. Так родилась концепция искусственного атома — инженерной системы, параметры которой можно проектировать заранее, изменяя ее размеры, индуктивность, емкость и свойства джозефсоновских переходов. Именно эта идея впоследствии стала основой сверхпроводящих кубитов — элементарных вычислительных ячеек большинства современных квантовых процессоров.

Особую убедительность работе придало то обстоятельство, что все параметры электрической цепи были измерены независимо. Исследователям не пришлось подгонять теорию под эксперимент с помощью дополнительных коэффициентов. Расчеты, основанные исключительно на квантовой механике, совпали с

наблюдениями с высокой точностью. Для фундаментальной физики это стало чрезвычайно сильным аргументом в пользу того, что квантовые законы действительно описывают поведение объектов, размеры которых уже давно выходят за пределы привычного микромира.

Последствия этого открытия трудно переоценить. Если первоначально исследования носили исключительно фундаментальный характер, то спустя несколько десятилетий именно они легли в основу новой отрасли науки и техники. Современные сверхпроводящие кубиты, используемые в квантовых процессорах Google, IBM и других компаний, непосредственно основаны на физических принципах, открытых Кларком, Деворе и Мартинисом. Сегодня макроскопические квантовые состояния уже не являются исключительно объектом изучения — они превратились в инженерный ресурс для создания квантовых компьютеров, сверхточных сенсоров, защищенных систем связи и новых измерительных технологий. Как отмечают многие специалисты, именно эти эксперименты стали отправной точкой второй квантовой революции, в которой квантовая механика перестала быть только предметом фундаментальной науки и стала основой новых технологий.

Не менее глубоким оказалось философское значение открытия. В 1935 году Эрвин Шрёдингер предложил знаменитый мысленный эксперимент с котом, чтобы продемонстрировать парадоксальность распространения квантовой механики на макроскопические объекты. Долгое время подобные рассуждения воспринимались исключительно как интеллектуальный эксперимент. Работы лауреатов Нобелевской премии 2025 года впервые убедительно показали, что квантовые эффекты действительно способны проявляться в объектах, видимых невооруженным глазом, если удастся сохранить их квантовую когерентность. Это заставляет по-новому взглянуть на сам вопрос существования границы между классическим и квантовым миром. Возможно, такой границы вообще нет. Вероятнее всего, вся окружающая нас реальность подчиняется единым квантовым законам, а привычное классическое поведение возникает лишь потому, что взаимодействие с окружающей средой чрезвычайно быстро разрушает квантовую когерентность — процесс, известный как декогеренция.

Символично, что премия была вручена в Международный год квантовой науки и технологий, объявленный Организацией Объединенных Наций к столетию становления квантовой механики. Она стала своеобразным итогом века исследований, начавшихся с попыток понять поведение атомов и завершившихся возможностью создавать макроскопические устройства, полностью управляемые квантовыми законами.

Нобелевская премия по физике 2025 года стала признанием фундаментального сдвига в понимании природы реальности. Джон Кларк,

Мишель Деворе и Джон Мартинис не просто наблюдали необычные квантовые эффекты — они доказали, что квантовая механика управляет поведением систем, состоящих из миллиардов частиц, и что этими эффектами можно управлять, их можно точно измерять и использовать в инженерной практике. Именно это открытие превратило квантовую физику из науки о микромире в основу современных технологий, окончательно стерев привычную границу между фундаментальной физикой и инженерией и напомнив, что квантовая природа лежит в основе всего окружающего мира, включая нас самих.