

Редукция квантового состояния в Унитарной Квантовой Теории

¹Факультет физики, Технический университет (МАДИ), Москва, Россия

² Кафедра физической электроники, Российский государственный педагогический университет им. Герцена, Санкт-Петербург, РСК «Энергия», Российская Федерация.

Аннотация: В статье обсуждается модель Пенроуза-Диоси и эксперименты по подземным испытаниям коллапса частиц гравитационной волновой функции, проведенные в шахте Национальной лаборатории Гран-Сассо в центральной Италии. Указывается, что нельзя сделать однозначный вывод по результатам эксперимента с точки зрения модели Пенроуза-Диоси. Однако Унитарная квантовая теория позволяет по-новому решить проблему коллапса волновой функции частиц и объяснить результаты эксперимента.

Ключевые слова: волновая функция, гравитация, волновой пакет, частица.

1. Вступление

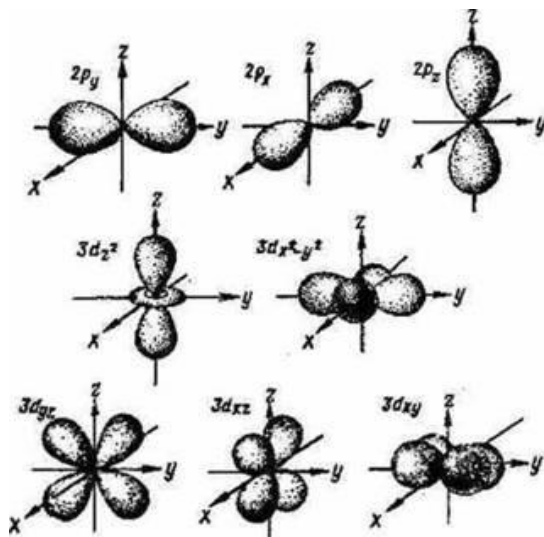
Эксперимент подземных испытаний коллапса гравитационной волновой функции, проведенный в августе-сентябре 2020 в шахте Национальной лаборатории Гран Сассо (Gran Sasso National Laboratory) в центральной Италии был призван подтвердить гравитационную гипотезу Пенроуза—Диоси разрешения квантового парадокса частицы, способной находится сразу в двух местах [1]. При этом известный математик Оксфордского университета (University of Oxford) Роджер Пенроуз (Roger Penrose) надеялся устранить антропоцентрическое представление о том, что само наблюдение, каким-то образом приводит к коллапсу волновой функции [2]. После проведения эксперимента, соавтор модели Диоси—Пенроуза Каталина Курчану, сотрудница римского Национального института ядерной физики (National Institute for Nuclear Physics) заявила: «Мы должны были увидеть следствия квантового коллапса в эксперименте с германием, но мы их не видим. Гравитация, видимо, не выталкивает частицы из их квантовых суперпозиций (эксперимент также ограничивал, хотя и не исключал, механизмы коллапса, не связанные с гравитацией)» [1]. Вопрос о коллапсе волновой функции был уже давно решен в Унитарной Квантовой Теории Льва Сапогина и гравитация тут действительно не причем [3].

2. Унитарная Квантовая Теория и коллапс волновой функции

В современной квантовой теории, после впечатляющего успеха Джулиан Швингера, вычислившего точное значение аномального магнитного момента электрона, блестяще совпавшего с экспериментом [4] более 70 лет назад, на наш взгляд какие-то серьезные физические успехи отсутствуют. Возможно, это произошло потому, что специалисты в области квантовой теории поля обращали основное внимание на математический формализм, а не на физическую сущность проблемы, и потому что квантовой теорией поля, по-видимому, в основном занимаются математики, которые весьма далеки от глубокого физического понимания проблемы. В обычной квантовой теории любая микрочастица описывается волновой функцией, имеющей вероятностную трактовку, которая из строго математического формализма нерелятивистской квантовой теории вообще не следует, а просто постулируется. И, тем не менее, математическое описание множества самых разнообразных квантовых явлений дало столь впечатляющий результат, что физики перестали думать о физическом описании явления и сосредоточили все свои усилия только на математическом описании. Однако, основная проблема структурного представления частицы осталась не решенной. По-видимому, ошибка всех попыток представить частицу как волновую функцию, имеющую только вероятностную трактовку, без причинной составляющей, будь то резонанс или гравитация, состояла в том, что пакет строится из волн де Бройля. В Универсальной Квантовой Теории (УКТ) предлагает строить пакет из парциальных волн, а волна де Бройля

появляется, когда по причине резонанса увеличивается осциллирующая амплитуда и масса квантового объекта, как огибающая пакета парциальных волн. Без сомнения УКТ является новым словом в теории микромира. В физику был возвращен здравый смысл, изгнанный из нее принципом Дополнительности, сформулированным Н.Бором более 100 лет назад. Значительные успехи квантовой механики (особенно в стационарных случаях) были основаны на простых соотношениях между длиной де Бройлевской волны и геометрическими свойствами потенциалов. При этом формально частица считалась точкой, так как в противном случае было трудно приписать волновой функции характер амплитуды вероятности. Но точечность, как и принцип Дополнительности, не позволяли продвинуться внутрь строения элементарных частиц и дальнейшее развитие квантовой теории поля в рамках принятой парадигмы затормозилось и в конечном счете привело к полному фиаско. В настоящее время в стандартной модели нет даже обоснованного алгоритма для вычисления спектра масс элементарных частиц. СМ содержит от 20 до 60 произвольных регулируемых параметров (существуют разные версии СМ) для расчета массы частиц. Все это очень похоже на ситуацию с моделями Птолемея для Солнечной системы до появления законов Кеплера и механики Ньютона. Эти ориентированные на Землю модели движения планет в Солнечной системе сначала требовали введения так называемых эпициклов, специально подобранных для согласования теоретических прогнозов и наблюдений. УКТ позволяет вычислить спектр масс всех до сих пор известных или гипотетических элементарных частиц вплоть до Бозона Хиггса [3]. А также решение простой скалярной версии основного уравнения УКТ для волнового пакета позволило дать теоретический расчет элементарного электрического заряда и константы тонкой структуры (α) элементарных частиц [3]. Согласно УКТ, частицы как сгустки (волновые пакеты) реального поля определяются структурной функцией и могут быть разложены на плоские синусоидальные волны с помощью преобразований ряда Фурье. Структура здесь представлена как гармоническая амплитудно-частотная функция (спектральное представление). Квантовая упаковка становится классической с увеличением массы и квантованием массы в тонком балансе между дисперсией и нелинейностью. Частица движется согласно классическим законам движения, а каждый пакет управляется квантовыми законами [3]. Физический смысл этого чрезвычайно быстрого колебательного процесса заключается в том, что после внешнего воздействия на квантовый вакуум, который представляет собой глобальное поле суперпозиций осцилляторов с континуумом частот, в нем возникает волновой пакет, колеблющийся как мембрана или струна. Частота ω_S этих свободных колебаний очень высока: она пропорциональна энергии покоя частицы и равна частоте так называемого дрожания Шредингера (“zitter-bewegung”) $\omega_S = \frac{mc^2}{\hbar\gamma}$, $\gamma = \sqrt{1 - v^2/c^2}$. Вычисления показывают, что длина волны огибающей в точности равна длине волны де Бройля, и зависимость этой длины волны от скорости пакета одинакова! Внутри движения возникают колебания де Бройля с частотой $\omega_B = \frac{mv^2}{\hbar\gamma}$ вследствие дисперсии. При малых энергиях $\omega_S \gg \omega_B$ и наличии быстрых собственных колебаний не влияет все квантовые явления, возникающие в результате колебаний де Бройля. В случае, когда $v \rightarrow c$, частота $\omega_B \rightarrow \omega_S$, $\gamma \rightarrow 0$ (частота резонанса ω_r), возникает явление роста энергии и резонанса, которое приводит к увеличению осциллирующей амплитуды и увеличению массы квантового объекта $m_r = \hbar \omega_r / c^2$ [3]. При таком подходе, совершенно естественным становится механизм рождения и распада частиц, как дробление волновых пакетов. В таком подходе все взаимодействия и все происходящие процессы с микрочастицами, есть результат единственного процесса дифракции и интерференции пакетов друг на друге из-за нелинейности. При этом операторное описание материи в стандартном подходе релятивистской квантовой теории является совершенно неудовлетворительным. Опишем поведение электрона в атоме (в том числе и атоме германия, участвующего в эксперименте) с позиций Унитарной Квантовой Теории. В новой модели атома, предложенной профессором Львом Сапогиным, электроны внутри атома не летают по орбитам, как в планетарной модели Резерфорда, но представляют собой стоячую электромагнитную волну, которая не имеет орбиты и координат, но имеет определенную частоту и амплитуду. При этом, квантование энергетических уровней (орбиталей) электронов в атоме

объясняется распределением узлов и пучностей в стоячей волне электрона, а целое число длин волн де Бройля должно располагаться в диаметре орбитали, а не в длине окружности орбитали электрона как предполагал де Бройль. При вероятностном описании электрона как стоячей волны или как электронного облака спин не имеет классических аналогий. Таким образом, для полной характеристики состояния электрона в атоме необходимы четыре квантовых числа. Опытное подтверждение эта идея получила в 1927 году, когда было открыто явление дифракции электронов. Однако, обнаружение таинственного К-захвата электрона, когда ядра атомов некоторых изотопов химических элементов каким-то образом иногда захватывают электрон с внутренней (К- или L-) электронной оболочки атома, поставили новые вопросы. В рамках квантовой механики объяснить механизм такого захвата электрона ядром атома оказалась не возможно, а Унитарная Квантовая Теория (УКТ) Льва Сапогина позволила решить эту задачу. Допуская туннелирование электронов сквозь ядро атома [3]. Лев Сапогин объяснил туннелирование тем, что электрический заряд элементарной частицы не постоянен во времени, а периодически изменяется (осциллирует) с чудовищно большой частотой, так называемый джиттер Шредингера («zitter-bewegung»), то возрастая до максимума, то уменьшаясь до нуля по гармоническому закону. Поэтому квантовая теория оперирует усреднёнными величинами во времени эффективного заряда частицы и ее массы, которая тоже осциллирует во времени по гармоническому закону в пределах от нуля до максимума [3]. Для осуществления туннелирования частица должна приближаться к потенциальному барьеру в фазе, когда амплитуда волнового пакета мала, и частица в отсутствие заряда преодолевает барьер, «не замечая» его. На другом этапе, когда амплитуда волнового пакета велика, начинается нелинейное взаимодействие, и частица может отражаться от барьера. Профессор Сапогин утверждает, что находясь на ближайшей к ядру атома К-орбитали, электрон совершает квантовые скачки в пределах орбитали не беспорядочно, как думали физики, а сквозь ядро атома, каждый раз туннелируя сквозь него. Он благополучно туннелирует благодаря тому, что в это мгновение находится в «нулевой фазе», при которой мгновенные значения заряда и массы электрона близки к нулю, а потому он, в силу закона сохранения импульса, в это время должен развивать очень большую скорость движения сквозь ядро атома. Доказательством правильности такой точки зрения мы считаем то обстоятельство, что электронные орбитали Р- и d-состояний атома имеют вид восьмёрок с узловыми точками в ядре атома (Рисунок 1).



146

Рисунок 1. *Формы электронных облаков для различных состояний электронов в атомах.*

Поскольку областями, разрешёнными квантовой механикой для пребывания в них электрона, являются лишь внутренние области этих орбиталей, то чтобы попасть из одной полуветви «восьмёрки» в противоположную, электрон должен проскочить сквозь ядро атома. Это позволяет нам по-новому взглянуть на механизм таинственного К-захвата электрона в атоме. Электронный захват заключается, как известно, в том, что ядра атомов некоторых изотопов химических элементов каким-то таинственным образом иногда захватывают электрон с

внутренней (K- или L-) электронной оболочки атома. Физиков давно мучает вопрос, как совершается такой захват, если электрон в атоме по существующим представлениям, находится очень далеко (по ядерным масштабам) от ядра. А вот если электрон, по Сапогину, постоянно туннелирует сквозь ядро атома, то всё становится понятным. Ведь любая нечаянная флуктуация в движении электрона или ядра может нарушить тунелирование, и тогда электрон оказывается либо захвачен ядром, либо начинается нелинейное взаимодействие, и частица может отражаться от барьера. При этом захватывается не весь электрон, а только его электрический заряд и большая часть массы, которые присоединяются к одному из положительно заряженных протонов P ядра, превращающимся при этом в нейтрон N, масса которого больше массы протона. А вот остаток электрона в виде электронного нейтрино ν_e вылетает далеко за пределы атома. Физики предполагают, что при этом в ядре атома идёт процесс:



который, однако, никогда не наблюдали в экспериментах по бомбардировке протонов пучками ускоренных электронов [5].

В результате K-захвата суммарный положительный заряд ядра уменьшается на единицу (в единицах заряда протона). Поэтому ядро при K-захвате превращается в ядро атома одного из изотопов химического элемента, стоящего в таблице Менделеева перед исходным химическим элементом. Правда, ядра атомов далеко не всех изотопов могут претерпевать такое превращение. Оно осуществляется лишь тогда, когда выполняются существующие в ядерной физике правила отбора и законы сохранения. В частности, сумма масс исходного ядра и электрона должна быть больше массы получающегося ядра атома. Доказательством правильности нашего понимания электронного захвата является наличие явления внутренней конверсии электронов в атоме. Оно заключается в том, что когда правила отбора запрещают излучение γ -кванта возбуждённым ядром атома, то возбуждение чаще всего снимается за счёт передачи энергии возбуждения ядра электрону оболочки атома. Передаваемая энергия бывает столь высокой (до МэВ), что десятки электронов выбиваются из атома. До сих пор механизм передачи возбуждения от ядра электрону оболочки атома был загадкой для физиков. Раньше ошибочно полагали, что возбуждение электрону передаётся γ -квантом, излучаемым ядром, но оказалось, что такое излучение запрещено существующими правилами отбора. Это должно сопровождаться дополнительным электромагнитным излучением (как в рентгеновской трубке).

В УКТ заложены основы теории взаимодействия микрочастицы с макроприбором и рассмотрена роль наблюдателя в физическом процессе. При этом вероятная трактовка волновой функции не постулируется, как в релятивистской квантовой теории, а строго следует из математического формализма УКТ. В ЕУКА разработана теория квантовых измерений [3, 6, 7] и статистическая интерпретация теперь следует из теории, а не просто постулируется, как в обычной квантовой теории, при этом величина дисперсии флуктуаций вакуума должна быть конечной. В макроприборах любого типа атомные ядра и электронные оболочки находятся близко друг от друга и образуют весьма многочисленную, но дискретную их серию. Переход от одного такого состояния к другому – квантовый скачок. Поэтому поглощение и излучение энергии между атомными системами происходит квантами. Все квантовые измерения, в конечном счёте, базируются на поглощении энергии и являются необратимыми процессами. Чтобы, любой прибор, обнаруживающий частицу, сработал, необходим как минимум квант энергии— это пороговая энергия прибора, определяющая его чувствительность. Рассмотрим процесс взаимодействия частицы с макроприбором. Поскольку частица— это волновой пакет, то ее энергия пропорциональна интенсивности пакета, а он может изменять амплитуду колебаний за счет периодических осцилляций с чудовищно большой частотой, так называемой джиттер Шредингера («zitterbewegung»), то возрастая до максимума, то уменьшаясь до нуля по гармоническому закону. Кроме того, сам пакет может дробиться при взаимодействии с прибором. Чтобы макроприбор зафиксировал частицу ему необходимо дождаться того момента, когда суммарная энергия частицы и флуктуация вакуума будут больше или равны пороговой энергии. Ясно, что вероятность срабатывания прибора будет пропорциональна амплитуде волнового пакета, или, точнее, интенсивности огибающей волновой функции. В УКТ уравнение с осциллирующим

рядом это по существу уравнение Ньютона для движения заряда во внешнем потенциале, но величина заряда зависит от времени, скорости и координаты [3]. При решении задачи о гармоническом осцилляторе, кроме обычных стационарных решений возникает еще 2 новых решения (Рис.2), которые были названы Crematorium и Maternity Home. В первом решении частица осциллирует в потенциальной яме с экспоненциальным уменьшением энергии, а во втором решении ее энергия возрастает (для параболической ямы неограниченно).

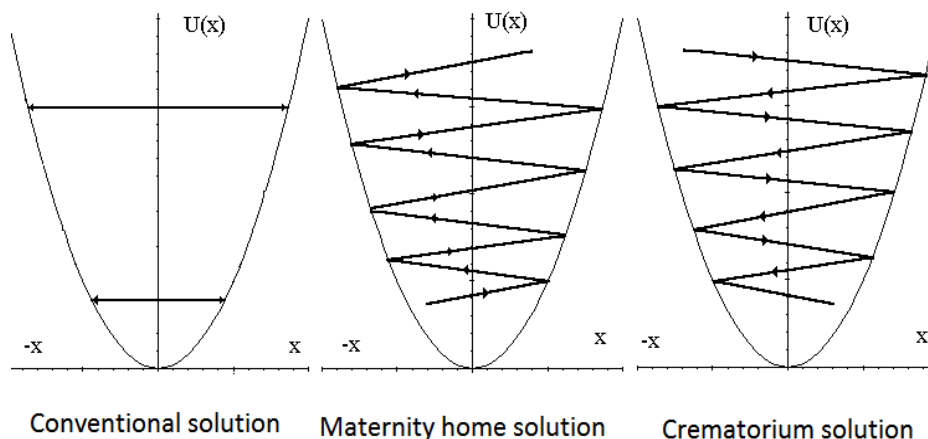


Рисунок2. Решения УКТ при осцилляции частицы в потенциальной яме

Уравнение автономного движения частицы в случае потенциальной ямы в виде гиперболического секанса $U(x) = -U_0 \operatorname{sech}(x^2)$ будет иметь следующий вид:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{4U_0 Q x \cos^2\left(-m x \frac{dx}{dt} + \varphi_0\right) \sinh(x^2)}{\cosh^2(x^2)} = 0 \quad (2)$$

где x - координата частицы как функция времени;

m, Q, φ_0 - масса, заряд и начальная фаза частицы.

Оказывается, характер траектории частицы при одних и тех же начальных условиях очень сильно зависит от начальной фазы, варьирование которой приводит к чрезвычайно разнообразным траекториям:

При $\varphi_0=0.1$ частица закатывается в яму и отражается с большей энергией. При тех же начальных условиях и при $\varphi_0=0.2$ наблюдается осцилляция частицы в яме с почти той же энергией, а при $\varphi_0=3.2$ наблюдается возрастание осцилляции внутри ямы (Maternity Home) вплоть до энергии, достаточной для выхода из ямы и обнаружение частицы прибором [3]. Откуда электрон в потенциальной яме черпает дополнительную энергию, нарушая тем самым закон сохранения энергии? Конечно из флуктуаций вакуума. Но флуктуация вакуума в этом случае вызвана тем, что электрон оказывается в неравновесном состоянии. Профессор И. Пригожин, лауреат Нобелевской премии, назвал этот эффект «активным воздействием на систему извне с переходом системы в неравновесное состояние». И. Пригожин разъясняет принцип Маха и приходит к выводу, что: «В устойчивое состояние, активное влияние извне на систему незначительно, но оно может стать очень важным, когда система переходит в неравновесное состояние, время теряет свою инвариантность и ее поведение носит вероятностный характер. При этом система становится не интегрируемой» [8]. Это означает, что при активном воздействии со стороны квантового вакуума наступил коллапс волновой функции, произошла редукция квантового состояния и родилась частица, которую зафиксировал прибор [9].

3. Схема Пенроуза- Диоси

В схеме Пенроуза—Диоси предполагается, что если система подготовлена в виде суперпозиции двух квантовых состояний с разной пространственной локализацией массивной

частицы, это влечёт за собой суперпозицию соответствующих искривлений пространства-времени, как на этой схеме (Рис. 3) [1].

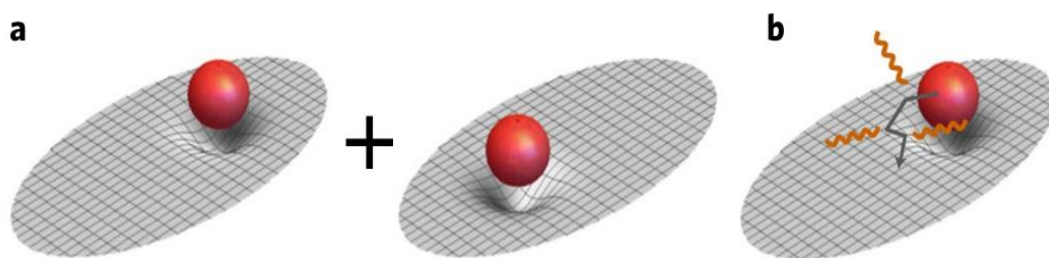


Рисунок 3. Модель гравитационного коллапса волновой функции для суперпозиции квантовых состояний (схема Диоси-Пенроуза, DP) и возникновение избыточного излучения за счёт броуновского движения частиц. [Donadi et al., Nat. Phys. \(2020\)](#).

Квантовая теория гравитации как наука все еще находится в самом начале своего развития, а сила притяжения находится за пределами области квантовой механики. Предполагается, что при адекватном учете сил притяжения квантово-механический принцип линейной суперпозиции состояний (основной постулат квантовой механики) должен, по крайней мере, претерпеть изменения. Согласно общей теории относительности, гравитация проявляется как искривление пространства-времени в месте расположения массивного тела. Однако такая суперпозиция искривлённых участков пространства-времени, по Пенроузу и Диоси, является неустойчивой и стремится к коллапсу. Они дали независимые оценки характерных времён коллапса таких суперпозиций состояний массивных частиц из-за искривления пространства-времени. Интуитивно понятно, что чем больше масса частиц и меньше расстояние между ними, тем меньше это время распада состояния. Например (это предложенная в одной из работ Пенроуза экспериментальная схема): при массах порядка 10^{-12} кг и разумных атомных расстояниях между частицами такие времена должны измеряться миллисекундами, что вполне измеримо. Но для обычных масс молекул (10^{-25} кг) характерные значения находятся далеко за пределами экспериментальных возможностей. Работы в этом направлении, в том числе экспериментальные, сегодня ведутся и рассматриваются различные варианты создания квантовых гравитационно-взаимодействующих систем — например, использование макромолекул, ухищрения с состояниями *фононов* (коллективных колебаний атомов в решётке кристалла) и пр. Позднее, в 2014 году Роджер Пенроуз в статье «**Уменьшение Квантового Состояния**» уточняет: «случай “гравитационной” квантовой теории по меньшей мере такой же сильный, как и для квантования гравитации. Соответственно, принципы общей теории относительности должны повлиять и фактически изменить сам формализм квантовой механики. Нужна в частности, «эйнштейновская», а «не ньютоновская» трактовка гравитационного поля. Поле должно быть принято, в квантовой системе, для того, чтобы принцип эквивалентности был полностью выполнен. Это приводит к предположению, что квантовые суперпозиции состояний предполагающее значительное массовое смещение должны иметь конечный срок службы, в соответствии с предложением, ранее выдвинутым Диоси и автором» [2]. Тем не менее, пока что гипотезу было невозможно проверить с помощью какой-либо реалистичной технологии, отмечает Диоси, в настоящее время, работающий в Исследовательском центре Wigner и являющийся соавтором нового исследования. «В моей стране меня в течение 30 лет постоянно критиковали за то, что я рассуждал о чём-то совершенно недоказуемом». Новые методы делают доказательство возможным. В новом исследовании Диоси и другие учёные пытались выяснить один из тех многих способов, будь то гравитация или какой-то другой механизм, с помощью которых квантовый коллапс проявляется. Авторы предложили косвенные способы измерения предполагаемого эффекта «гравитационного коллапса» квантового состояния. Используется то, что такой эффект должен привести к дополнительному хаотическому перемещению, то есть броуновскому движению частиц, которое можно зафиксировать разными способами. В частности, при этом должно выделяться дополнительное тепло, и этот нагрев можно теоретически оценить и измерить. Другой способ, использованный в работе, заключается в том, что если частицы обладают электрическим зарядом,

то их ускоренное движение должно вызвать дополнительное электромагнитное излучение (как в рентгеновской трубке).

4. Эксперимент и его результаты

Для проверки этой идеи использовался детектор из кристалла германия в виде цилиндра размерами около 8 см. Цель эксперимента заключалась в поиске избыточного рентгеновского и гамма-излучения протонов в ядрах германия, которое создает электрические импульсы в материале. Именно эта часть спектра в условиях эксперимента позволяет добиться максимального усиления эффекта. Кристалл германия поместили в свинцовую оболочку и расположили эту экспериментальную установку на глубине 1,4 километра под землёй в Национальной лаборатории Гран Сассо (Gran Sasso National Laboratory) в центральной Италии для защиты от других источников излучения, прежде всего от космических лучей (Рис. 4) [1].

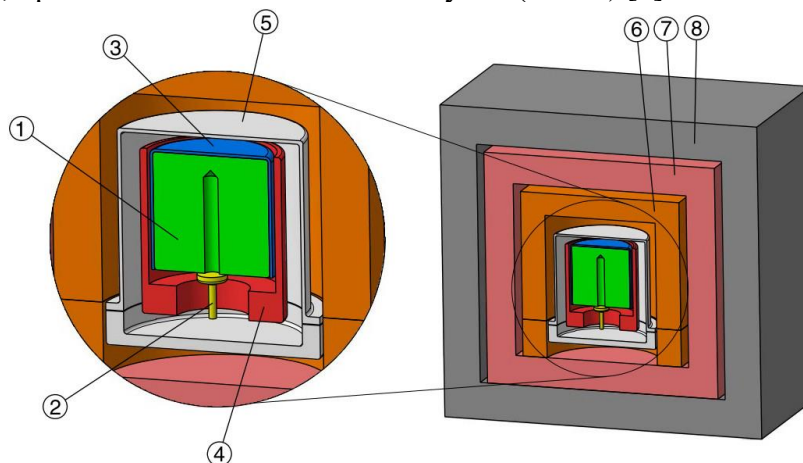


Рисунок 4. Экспериментальная установка для измерения спонтанного излучения атомов германия (на схеме — зелёный цилиндр размерами 8 см, экранированный медной и свинцовой оболочкой). [Donadi et al., Nat. Phys. \(2020\)](#).

Единственным неустраняемым источником радиации, вклад от которого можно учесть независимо, остаются радиоактивные элементы в горной породе, окружающей установку. За два месяца в 2014 и 2015 годах было зафиксировано 576 фотонов, что близко к среднему значению 506, которое ожидалось от естественной радиоактивности в данном окружении. Для сравнения, модель Пенроуза предсказала 70 000 таких фотонов. «Мы должны были увидеть следствия квантового коллапса в эксперименте с германием, но не видим», — говорит соавтор исследования Каталина Курчану (Cătălina Curceanu), сотрудница римского Национального института ядерной физики (National Institute for Nuclear Physics). Это говорит о том, что гравитация, видимо, не выталкивает частицы из их квантовых суперпозиций (эксперимент также ограничивал, хотя и не исключал, механизмы коллапса, не связанные с гравитацией) [1]. Чтобы подтвердить результат, необходимо конструировать суперпозиции состояний непосредственно, а не полагаться на случайные природные явления, говорит Иветта Фуэнтес (Ivette Fuentes), сотрудница Саутгемптонского университета (University of Southampto): «В принципе, нужно учиться создавать суперпозиции квантовых состояний из массивных частиц. И мы работаем в этом направлении». Она говорит, что её команда работает над созданием облаков из 100 миллионов атомов натрия при температуре чуть выше абсолютного нуля.

Команда исследователей из Германии, Италии и Венгрии проверила теорию, согласно которой гравитация является силой, стоящей за квантовым коллапсом, и не нашла никаких доказательств, подтверждающих ее. В своей статье, опубликованной в журнале Nature Physics, исследователи описывают подземные эксперименты, которые они проводили, чтобы проверить влияние гравитации на волновые функции, и то, что им показала их работа. Мёншик Ким из Имперского колледжа Лондона опубликовал в том же выпуске статью News & Views, в которой рассказывается о работе команды и о последствиях ее результатов. Квантовая физика предполагает, что состояние объекта зависит от его свойств и способа измерения наблюдателем;

мысленный эксперимент с котом Шредингера, пожалуй, самый известный пример. Но эта теория не является общепринятой. Она кажется слишком антропоцентрической, чтобы быть реальной. За теорией стоит концепция коллапса формы волны, при которой наблюдение за частицей заставляет ее коллапсировать. Чтобы понять идею, Роджер Пенроуз и Лайошу Диоси предположили, что за коллапсом формы волны стоит не человек, смотрящий на частицу, а гравитация. В рамках этой идеи исследователи разработали эксперимент, чтобы проверить теорию в физическом смысле. Эксперимент состоял в создании небольшого кристаллического детектора из германия и использовании его для регистрации гамма- и рентгеновского излучения протонов в ядрах германия. Перед проведением эксперимента германиевый детектор был помещен в свинцовый корпус и опущен на глубину 1,4 километра ниже уровня земли в Национальной лаборатории Гран-Сассо в Италии, чтобы предотвратить попадание на датчик постороннего излучения. После двух месяцев испытаний команда зафиксировала гораздо меньше фотонных попаданий, чем предполагала теория, что свидетельствует о том, что частицы не коллапсировали из-за гравитации, как предполагала теория. Излучение в эксперименте отсутствует, поскольку квантово-механический принцип линейной суперпозиции состояний в теории квантовой гравитации, которая отличается от геометрической теории гравитации Эйнштейна, не должен претерпевать изменений.

5. Заключение

Таким образом, Унитарная Квантовая Теория позволяет разрешить квантовый парадокс частицы не обращаясь к гравитации. Проведение экспериментов по схеме Пенроуза- Диоси для выявления эффекта «гравитационного коллапса» квантового состояния волновой функции частиц, путем измерения излучения или тепла, выделяемого при хаотическом (броуновском) движении частиц, можно считать бесперспективным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sandro Donadi, Kristian Piscicchia, Catalina Curceanu, Catalina Curceanu, Matthias Laubenstein & Angelo Bassi “Underground test of gravity-related wave function collapse”, *Nature Physics* (07 September 2020) doi:10.1038/s41567-020-1008-4
2. Roger Penrose, “Quantum State Reduction”,- *Found Phys* (2014) 44:557–575 DOI 10.1007/s10701-013-9770-0
3. Leo G. Sapogin, Ryabov Yu.A., Boichenko V.A. “The Unitary Quantum Theory and a New Sources of Energy”. - Science Publishing Group, USA.(2015)
4. J. Schwinger, “On Quantum-Electrodynamics and the Magnetic Moment of the Electron”, *Phys. Rev.* 73, 416 (1948), Published 15 February 1948.
5. Burkert VD, Elouadrhiri L, Girod FX. “The pressure inside the proton” *Nature*, 557:396–399, (2018)
6. Sapogin L.G. “A Statistical Theory of Measurements in Unitary Quantum Mechanics” *Nuovo Cimento* (1982)
7. Sapogin L.G. “A Statistical Theory of the Detector in Unitary Quantum Mechanics”, *Nuovo Cimento* (1982)
8. Prigogine I.R., Stengers I., "Time, chaos, quantum", Moscow: Progress, 1994
9. Konstantinov S.I., “Epistemological Dualism between Einstein's Relativity and Quantum Mechanics in the Five-Dimensional Continuum for Universe”, *Global Journals Inc. (USA) GJSFR-A*, Volume 20, Issue 6, Version 1.0, pp 31-38, (2020)