

1. Бегущая масса t-кварка

Стандартная модель предсказывает, что величины констант взаимодействия и массы элементарных частиц могут быть "бегущими", т.е. зависеть от энергии, при которой производятся измерения. Этот эффект, объясняемый поляризацией вакуума и другими процессами, действительно наблюдался в экспериментах, в частности, был измерен бег массы b- и c-кварков, а также бег константы сильного взаимодействия. Коллаборацией CMS в эксперименте на Большом адронном коллайдере впервые продемонстрировано уменьшение массы t-кварка при увеличении энергии. Исследовалось распределение продуктов реакций при pp-столкновениях с энергией в системе центра масс 13 ТэВ. "Бег массы" t-кварка, полученный из этих данных вплоть до энергии 1 ТэВ, хорошо согласуется с предсказаниями уравнения ренормгруппы при вычислениях в рамках квантовой хромодинамики, а статистическая гипотеза об отсутствии бега массы исключена на уровне достоверности 95%.

Источник: <https://arxiv.org/abs/1909.09193>

2. Прямое измерение нелокального квантового запутывания

В 2011 г. в эксперименте J.S. Lundeen и его коллег было выполнено прямое измерение комплексной волновой функции единичного фотона (как её амплитуды, так и фазы) с использованием так называемых слабых измерений, мало возмущающих систему за счёт получения лишь ограниченной информации о квантовом состоянии. Однако этот метод неприменим для измерения общей волновой функции двух пространственно разнесённых систем. Подобное измерение представляет значительный интерес, т.к. оно позволило бы проследить связь общей волновой функции и нелокальной квантовой запутанности. W.-W. Pan (Научно-технический университет Китая) и соавторы впервые выполнили такое измерение, применив разработанный ими новый метод. Вместо слабых значений величин, получаемых при слабых измерениях, применялись модулярные значения. Благодаря этому удалось измерить волновую функцию двух разнесённых в пространстве фотонов, находящихся в гиперзапутанном состоянии. При этом траектории фотонов использовались в качестве измерителя. Для больших систем новый метод измерения может оказаться проще квантовой томографии, так как он не требует создания множества копий системы.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **123** 150402 (2019)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.123.150402>

3. Квантовая зависимость от наблюдателя

В 1961 г. Ю. Вигнер рассмотрел мысленный эксперимент "парадокс друга Вигнера" (модификация эксперимента "кот Шрёдингера"), в котором для разных наблюдателей результат квантового измерения в лаборатории является различным: выбирается одно конкретное состояние или остаётся суперпозиция состояний. Позже была предложена расширенная версия эксперимента Вигнера с двумя лабораториями и сформулированы аналоги неравенств Белла, которые могут служить для проверки зависимости от наблюдателя. A. Fedrizzi (Университет Хериота-Уатта, Великобритания) и его коллеги выполнили экспериментальную проверку расширенной версии "парадокса друга Вигнера". С помощью интерферометра измерялась поляризация фотонов, находящихся в запутанном состоянии, и велась запись результатов

измерений в фотонные ячейки памяти, игравшие роль наблюдателей. Было показано нарушение указанных неравенств на уровне достоверности 5σ , что подтвердило зависимость от наблюдателя в данной постановке задачи. Пока неясно, какой результат был бы получен в случае классических (не квантовых) наблюдателей, более сложных, чем фотонная ячейка памяти. О концепции сознания в квантовой механике см. в обзоре М.Б. Менского в *УФН* **175** 413 (2005). Принципиальные вопросы квантовой механики освещены также в книге Б.Б. Кадомцева *Динамика и информация* и в его обзоре в *УФН* **164** 449 (1994).

Источник: *Science Advances* **5** eaaw9832 (2019)
<https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw9832>

4. Неабелевы калибровочные поля в реальном пространстве

Синтетические абелевы (коммутативные) калибровочные поля, моделирующие реальные поля, уже были реализованы в ряде систем, включающих холодные атомы, фотоны и др. Неабелевы поля создать сложнее. Их некоммутативность означает, что важна последовательность, в которой производятся воздействия на поле. До сих пор такие поля удавалось получить лишь в пространстве импульсов или во вспомогательном синтетическом пространстве. M. Soljacic (Массачусетский технологический институт, США) и его коллеги впервые продемонстрировали синтетические неабелевы калибровочные поля в обычном пространстве, созданные из классических световых волн с использованием неабелева эффекта Ааронова–Бома. С помощью эффекта Фарадея и модуляции света были получены два типа неабелевых калибровочных полей и показано, что они производят в интерферометре Саньяка интерференционные картины, зависящие от направления распространения света. Это означает, что поля действительно являются неабелевыми. Ожидается, что применение неабелевых калибровочных полей позволит наблюдать топологические изоляторы в решётках, неабелевы монополи в сверхтекучих жидкостях и другие интересные явления.

Источник: *Science* **365** 1021 (2019)
<https://doi.org/10.1126/science.aay3183>

5. Новая популяция гамма-источников

В наблюдениях на гамма-телескопе НАВС, имеющем широкое поле зрения и высокую чувствительность, обнаружена новая популяция неидентифицированных космических гамма-источников. Девять обнаруженных источников имеют угловые размеры в доли градуса и наблюдаются при энергиях выше 56 ТэВ, а спектр трёх из них продолжается в область энергий более 100 ТэВ. Восемь источников проецируются на диск Галактики, и поэтому, вероятно, имеют Галактическое происхождение. На угловом расстоянии менее $0,5^\circ$ от каждого источника имеются молодые пульсары, и это совпадение может быть не случайным. Обсуждались модели гамма-гало вокруг пульсаров, однако размеры этих гало должны быть значительно меньше, чем наблюдаемые расстояния источников от пульсаров. Не исключено, что гамма-излучение новых источников генерируется в протяжённых оболочках, оставшихся после взрывов сверхновых, в которых родились пульсары.

Источник: <https://arxiv.org/abs/1909.08609>