

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2018.08.038409>

1. Магнетосопротивление сверхпроводника-купрута в нормальной фазе

Свойства высокотемпературных сверхпроводников-купратов в их нормальной несверхпроводящей фазе вблизи точки сверхпроводящего перехода могут пролить свет на механизм высокотемпературной сверхпроводимости и поэтому представляют большой интерес. Для исследования этого состояния сверхпроводимость купрута искусственно подавляется с помощью сильного магнитного поля. При этом возникает так называемая "странная металлическая фаза" с линейной зависимостью магнетосопротивления от температуры. Однако влияние используемого магнитного поля на эту фазу пока изучено недостаточно. Р. Giraldo-Gallo (Университет штата Флорида, США) и др. исследовали тонкие плёнки $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ в магнитных полях до 80 Тл и обнаружили, что их удельное сопротивление линейно растёт с величиной поля, в отличие от квадратичной зависимости, наблюдавшейся в обычных металлах. Указанное поведение имеет место при параметре легирования, меньшем, чем его критическая величина $p \approx 0.19$. Наблюданная двойная линейная зависимость от температуры и магнитного поля пока не имеет полного теоретического объяснения, но может свидетельствовать о том, что электрический ток в "странной металлической фазе" переносится не свободными квазичастицами, а по какому-то иному механизму.

Источник: *Science* **361** 479 (2018)
<https://doi.org/10.1126/science.aan3178>

2. Кубиты на основе геометрической фазы

Геометрическая фаза, называемая также фазой Берри (см. УФН **160** 1 (1990) и УФН **163** 1 (1993)), является перспективным эффектом, с использованием которого может быть создана элементная база для квантовых вычислений и квантовой коммуникации. Кубиты на основе геометрической фазы уже были ранее продемонстрированы, однако они имели низкую квантовую точность (fidelity). К. Nagata (Йокогамский государственный университет, Япония) и др. смогли повысить квантовую точность, реализовав кубит на вырожденном подпространстве в гильбертовом пространстве триплетного состояния. Их система представляет собой NV-центр в алмазе, в котором спины ядра и электрона взаимодействуют с электромагнитным полем, создаваемым двумя перекрещенными проволочками. Устройство функционирует при комнатной температуре без внешнего магнитного поля. Поляризованное радиоизлучение, создаваемое проволочками, определенным образом взаимодействует со спиновыми состояниями NV-центра, которые затем считаются путём регистрации фотонов флуоресцентного излучения. В эксперименте продемонстрирован как единичный кубит, так и система из двух связанных кубитов, образованных квантово запутанными спинами электрона и ядра в NV-центре, причём в этом случае квантовая точность достигала 90 %.

Источник: *Nature Communications* **9** 3227 (2018)
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-05664-w>

3. Статистика квазичастиц в экситон-поляритонном конденсате

Экспериментальное исследование статистики частиц в квантовых конденсатах ранее выполнялось для фотонов в лазерном свете и в сверхпроводящих кубитах, а также для массивных частиц (атомов) в бозе-эйнштейновском конденсате. В последнем случае на форму распределения заметное влияние оказывают взаимодействия атомов. Однако до сих пор подобные исследования не были выполнены для квазичастиц, которые являются комбинацией фотонов и массивных частиц. М. Klaas (Вюрцбургский университет, Германия) и др. впервые измерили распределение числа фотонов, спонтанно испу-

скаемых бозе-эйнштейновским конденсатом экситонных поляритонов. Эти квазичастицы, состоящие из фотонов и электрон-дырочных пар, генерировались в полости микронного размера в полупроводнике под действием света накачки. Применились сенсоры на сверхпроводящем переходе (transition edge sensor), позволяющие регистрировать единичные фотоны, а по распределению фотонов делалось заключение о статистике квазичастиц конденсата. После образования конденсата при дальнейшем увеличении мощности накачки наблюдался переход конденсата от теплового состояния с экспоненциальным распределением числа частиц к когерентному состоянию с пуассоновским распределением. По своим статистическим свойствам конденсат экситонных поляритонов оказался ближе к лазерному свету, чем к конденсату атомов.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **121** 047401 (2018)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.047401>

4. Квантовая синхронизация

Синхронизация периодических процессов чаще всего осуществляется подстройкой фазы колебания с помощью внешнего сигнала. В последние годы эта концепция синхронизации была переформулирована и для квантовой области. Исследователи из Базельского университета (Швейцария) А. Roulet и С. Bruder в своей теоретической работе исследовали условия, необходимые для синхронизации квантовых систем. Из соображений симметрии было показано, что минимальные системы – кубиты, имеющие два уровня энергии, не могут быть синхронизированы с внешним сигналом из-за отсутствия предельного цикла на сфере Блоха, на которой изображается гильбертово пространство кубита. Следующей по сложности является трёхуровневая система, которую можно представить частицей со спином $S = 1$. Для её исследования был введён набор когерентных спиновых состояний, дающий расширение сферы Блоха на случай $S > 1/2$. А. Roulet и С. Bruder рассмотрели вариант, когда имеется диссипация энергии из состояний с проекциями спина $S_z = \pm 1$ в состояние $S_z = 0$. Исследование фазового портрета такой системы показало, что захват фазы и синхронизация возможны, если коэффициенты диссипации в состояниях $S_z = \pm 1$ различаются по величине. Таким образом, квантовому осциллятору требуются по меньшей мере три уровня энергии для синхронизации с периодическим сигналом.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **121** 053601 (2018)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.053601>

5. Релятивистские эффекты в движении звезды S2

В центре Галактики наблюдается несколько звёзд, которые подходят близко к сверхмассивной чёрной дыре Sgr A*, разгоняясь в periцентре до больших скоростей. С 1990-х годов ведётся мониторинг звезды S2, которая за это время сделала уже более одного оборота вокруг Sgr A*. Коллаборация GRAVITY, используя данные наблюдений телескопов VLT в Чили, полученные, в частности, при последнем прохожденииperiцентра, впервые обнаружила в движении звезды S2 эффекты теории относительности: гравитационное красное смещение и поперечный релятивистский эффект Доплера, причём одна только ньютоновская теория не может объяснить данные наблюдений. Ожидается, что в ближайшие годы удастся заметить и релятивистскую прецессию орбиты звезды S2, предсказываемую Общей теорией относительности.

Источник: *Astron. & Astrophys.* **615** L15 (2018)
<https://arxiv.org/abs/1807.09409>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)