

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET
(по материалам электронных препринтов)

Ю.Н. Ерошенко

PACS numbers: 01.10. – m, 01.30. – y, 01.90. + g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2022.06.039203>

1. Эффект "мёртвого конуса". В эксперименте на Большом адронном коллайдере впервые напрямую наблюдался эффект "мёртвого конуса" (МК) (dead cone), предсказанный в 1991 г. сотрудниками Лундского университета (Швеция) и Ленинградского института ядерной физики АН СССР (ныне РАН) Ю. Докшице-ром, С. Трояном и В. Хозе [1]. Ранее были получены лишь косвенные указания на наличие этого эффекта. При столкновении высокоэнергетических частиц происходит каскадное рождение партонов (кварков и глюонов), формирующих партонный ливень, из которого в результате адронизации возникают частицы, детектируемые в экспериментах. Эффект МК заключается в подавлении излучения глюонов в пределах некоторого конуса с осью вдоль движения кварка, дающего начало струе частиц. Обнаружить МК было сложно из-за проблем с фиксацией направления движения порождающего кварка и исключением фоновых событий, заполняющих МК. В новом исследовании [2], выполненном на детекторе ALICE, для реконструкции партонных ливней применяется метод выделения в начале струи D^0 -мезона, содержащего в своём составе с-кварк, который инициировал ливень. Это позволило выявить МК со статистической значимостью 7σ , что является ещё одной успешной проверкой предсказаний квантовой хромодинамики. В коллаборации ALICE принимают участие исследователи из ряда российских институтов. О множественном рождении частиц в квантовой хромодинамике см. [3].

2. Андерсоновская локализация на гармониках. А. Dikopoltsev (Израильский технологический институт — Технион) и соавторы выполнили эксперимент, в котором впервые наблюдали эффект локализации Андерсона за счёт мод спектра неоднородностей (фурье-образа двухточечной корреляционной функции потенциала), выходящих за пределы области тех волновых чисел, которые соответствуют самим неоднородностям [4]. Предсказывалось, что андерсоновская локализация возможна и на этих "виртуальных" неоднородностях (по аналогии с атомными переходами через виртуальные уровни). В эксперименте две петли из оптоволокна длиной в несколько километров, имеющих оптическую разность хода по времени 100 нс, были соединены через сплиттер и имели модуляторы фазы. Световые импульсы, генерируемые лазерным диодом, расщеплялись на множество других импульсов, которые случайным образом распространялись по оптоволокну и рассеивались с изменением фазы. В этой синтетической фотонной среде локализация характеризовалась собиранием импульсов в гауссовы волновые пакеты. Максимум эффекта локализации приходится на волновые числа, в два раза большие, чем средние волновые числа спектра неоднородностей.

3. Поляритонный конденсат Бозе–Эйнштейна. V. Ardizzone (Итальянский институт нанотехнологий CNR-Nanotec) и соавторы продемонстрировали в своём эксперименте бозе-эйнштейновский конденсат поляритонов, соответствующих связанному состоянию в континууме [5]. Оптические связанные состояния в континууме, предсказанные теоретически в 1929 г. Дж. фон Нейманом и Ю. Вигнером, — это топологические состояния с энергией в спектре мод, которые могут распространяться в окружающем пространстве. Исследовался конденсат Бозе–Эйнштейна поляритонов (связанных систем экситонов и фотонов) на гетероструктуре из слоёв GaAs. Удалось достичь конденсации в условиях малой плотности, что позволило исследовать эффекты связанного состояния в континууме. Наблюдалась двойная пики и сужение ширины линии. Также была видна картина вихрей поляризации, связанная с топологическим

зарядом связанных состояний в континууме. Изученные свойства конденсата поляритонов хорошо соответствуют результатам теоретических расчётов и открывают новые возможности для управления поляритонным конденсатом в фотонных структурах.

4. Непрерывный временной кристалл. Временными кристаллами называют системы, свойства которых в низшем энергетическом состоянии периодически повторяются во времени, подобно пространственной периодичности обычных кристаллических решёток. Концепция временных кристаллов была предложена Ф. Вильчеком в 2012 г. В 2017 г. временные кристаллы были впервые продемонстрированы в неравновесной системе, однако созданные с тех пор временные кристаллы были дискретными — для их поддержания требовалось периодически изменяющееся поле накачки (сами же колебания кристалла в состоянии с наименьшей энергией происходили с другой частотой). Р. Kongkhambut (Гамбургский университет, Германия) и соавторы впервые продемонстрировали "непрерывный временной кристалл" с непрерывной накачкой [6]. Исследовался бозе-эйнштейновский конденсат атомов ^{87}Rb в оптической полости с непрерывно усиливающейся лазерной накачкой. Были зарегистрированы колебания числа фотонов в полости, следующие предельному циклу, который был устойчив относительно возмущений, что подтверждало появление непрерывного временного кристалла. Кроме того, при увеличении уровня шумов наблюдалось "плавление" временного кристалла — уменьшение кристаллической доли в системе.

5. Необычная нейтронная звезда. М. Caleb (Манчестерский университет, Великобритания; Сиднейский университет и ASTRO3D-центр, Австралия) и соавторы обнаружили нейтронную звезду (НЗ) с уникальными спектрально-временными свойствами радиоизлучения [7]. Ранее были известны радиоизлучающие НЗ с максимальным периодом вращения 23,5 с, причём считалось, что радиоизлучение сильно затухает по мере замедления вращения НЗ. У обнаруженного объекта PSR.J0901-4046 период составляет рекордную величину 75,88 с, а динамический возраст 5,3 млн лет. Он окружён диффузной структурой, являющейся, вероятно, остатком сверхновой, при взрыве которой образовалась НЗ. Радиоизлучение квазипериодично — в пределах профилей главных импульсов и между ними наблюдаются достаточно хаотичные субимпульсы. Возможно, эти наблюдаемые свойства помогут прояснить механизм излучения и эволюционный путь формирования объекта. PSR.J0901-4046 может являться старым магнетаром, но пока до конца не ясно, как генерируется радиоизлучение у столь медленно вращающейся НЗ и какова природа наблюдаемой квазипериодичности. Также у PSR.J0901-4046 не наблюдается рентгеновское излучение, типичное для радиоизлучающих магнетаров. Поскольку источники, подобные PSR.J0901-4046, очень сложно обнаружить, популяция этих объектов может быть достаточно большой. О магнитосферах нейтронных звёзд см. [8].

Список литературы

1. Dokshitzer Yu L, Khoze V A, Troyan S I *J. Phys. G* **17** 1602 (1991)
2. Acharya S et al. (ALICE Collab.) *Nature* **605** 440 (2022)
3. Дремин И М *УФН* **172** 551 (2002); Dremin I M *Phys. Usp.* **45** 507 (2002)
4. Dikopoltsev A et al. *Sci. Adv.* **8** eabn7769 (2022)
5. Ardizzone V et al. *Nature* **605** 447 (2022)
6. Kongkhambut P et al. "Observation of a continuous time crystal" *Science* eabo3382 (2022) First Release: 9 Jun 2022, <https://doi.org/10.1126/science.abo3382>
7. Caleb M et al. "Discovery of a radio-emitting neutron star with an ultralong spin period of 76 s" *Nat. Astron.* (2022) Published: 30 May 2022, <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01688-x>
8. Бескин В С *УФН* **188** 377 (2018); Beskin V S *Phys. Usp.* **61** 353 (2018)