

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2019.06.038566>**1. Преодоление в измерениях****стандартного квантового предела**

В 1967 г. В.Б. Брагинский вывел ограничение на чувствительность оптомеханических измерительных приборов, имеющее квантовое происхождение (*ЖЭТФ* **53** 1434 (1967), см. также обзор В.Б. Брагинского и Ю.И. Воронцова в *УФН* **114** 41 (1974)) и названное "стандартным квантовым пределом". Ограничение связано с шумами и обратным воздействием прибора на систему. Лазерные интерферометры LIGO/Virgo, регистрирующие гравитационные волны от слияний чёрных дыр и нейтронных звёзд, уже вплотную приблизились к данному пределу (см. *УФН* **170** 743 (2000) и *УФН* **186** 1059 (2016)). Теоретически было показано, что с помощью квантовых неразрушающих измерений можно обойти стандартный квантовый предел, однако ранее в оптомеханике сделать это не удавалось. D. Mason с коллегами (Университет Копенгагена, Дания) впервые преодолели стандартный квантовый предел. В их эксперименте обратное воздействие и шумы были коррелированы и частично компенсированы друг друга при деструктивной интерференции. В мемbrane с размерами $3,6 \text{ мм} \times 3,6 \text{ мм} \times 20 \text{ нм}$ была создана решётка из отверстий — фотонный кристалл. Отражённый лазерный свет содержал информацию о шумах, которая через синхронный детектор влияла на процесс измерения положения мембранны. Достигнутая в эксперименте чувствительность была на 30 % лучше стандартного квантового предела.

Источник: *Nature Physics*, онлайн-публикация от 27 мая 2019 г.
<https://doi.org/10.1038/s41567-019-0533-5>

2. Телепортация квантового вентиля C-NOT**между ионными кубитами**

В устройствах квантовой информации одним из методов связи пространственно разнесённых кубитов является квантовая телепортация квантовых вентилей, осуществляющих логические операции. Существует эффективный протокол квантовой телепортации квантового вентиля "контролируемое отрицание" (C-NOT), который ранее уже был продемонстрирован для фотонных и сверхпроводящих кубитов. Y. Wan (Национальный институт стандартов и технологий и Колорадский университет, США) и соавторы впервые применили данный протокол для связи кубитов, созданных на основе ионов. Протокол содержит только локальные операции, связь по классическому каналу и одну пару квантово запутанных частиц. Кубиты были реализованы на состояниях гипертонкого расщепления ионов ${}^9\text{Be}^+$ в ловушке Пауля. Квантовая томография показала, что точность телепортации вентиля C-NOT между кубитами составила 0,845–0,872.

Источник: *Science* **364** 875 (2019)
<https://doi.org/10.1126/science.aaw9415>

3. Солитонный газ

Солитоны представляют собой устойчивые конфигурации среды, движущиеся почти без изменения формы. Систему из многих солитонов можно представить как газ некоторых частицеподобных объектов. В 1971 г. В.Е. Захаров (ФИАН, ИТФ РАН и НГУ) получил кинетическое уравнение для газа взаимодействующих солитонов, а в 2009 г. он разработал теорию, описывающую солитоны в волновой теории. N. Mordant (Университет Гренобль Альпы, Франция) и его коллеги выполнили экспериментальное исследование одномерного газа солитонов в воде. Возбуждаемая в бассейне длиной 34 м синусоидальная волна

распадалась на солитоны различного размера. Испытывая отражения на краях бассейна, а также встречные и попутные столкновения друг с другом, солитоны образовывали хаотический газ, который наблюдался с помощью видеокамер. Стационарное состояние солитонного газа хорошо соответствовало теоретическим расчётом и результатам численного моделирования, выполненного ранее исследователями из ИПФ РАН и Нижегородского государственного технического университета Е. Пелиновским и А. Сергеевой. Исследование солитонного газа в воде является шагом к пониманию свойств такого газа в плазме и в нелинейной оптике. О солитонах и волновых коллапсах см. в *УФН* **182** 569 (2012).

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **122** 214502 (2019)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.122.214502>

4. Холодный газ в центре Галактики

С помощью комплекса радиотелескопов ALMA в Чили исследовано распределение водорода с температурой $T \sim 10^4 \text{ К}$ вокруг сверхмассивной чёрной дыры в центре нашей Галактики. Регистрировалось излучение на волне 1,3 мм, генерируемое при переходах $n = 31 \rightarrow 30$. Е. Мурчикова (Институт перспективных исследований в Принстоне и Калифорнийский технологический институт, США) и соавторы смогли выделить указанную рекомбинационную линию, хотя её интенсивность составляет всего 0,1 % от излучения в континууме. Оказалось, что холодный газ образует аккреционный диск вокруг чёрной дыры. Радиус диска 0,004 пк, а его масса $(10^{-5} - 10^{-4})M_\odot$. Измеренные доплеровские скорости газа значительно меньше рассчитанных кеплеровских скоростей. Это говорит о малом угле наклона оси вращения диска к лучу зрения либо о большой роли давления и/или магнитных полей в динамике диска.

Источник: *Nature* **570** 83 (2019)
<https://arxiv.org/abs/1906.08289>

5. Поиск негауссности космологических возмущений

Согласно многолетним наблюдениям, возмущения заполняющего Вселенную микроволнового фонового (реликтового) излучения с высокой точностью подчиняются гауссову статистическому закону распределения. Однако не исключено, что всё же имеются некоторые малые отклонения от гауссова закона. Это означало бы наличие в ранней Вселенной экзотических объектов, таких как космические струны, либо негауссость могла бы быть следствием более сложных инфляционных моделей или новой физики. Представлены результаты поиска негауссности возмущений в данных космического радиотелескопа Планк за всё время его наблюдений. В частности, подробно исследована E -мода поляризации излучения, чувствительная к негауссости. По сравнению с предшествующими исследованиями, в анализ включены низкие мультиполи $4 \leq l \leq 40$. На достигнутом высоком уровне точности негауссова вклада в возмущения не обнаружено. Это, в свою очередь, даёт ограничения на параметры процессов, которые в принципе могли бы привести к негауссости. О методиках поиска негауссости см. в *УФН* **182** 1177 (2012), а о квантовых флуктуациях и возмущениях реликтового излучения см. в *УФН* **186** 1117 (2016).

Источник: <https://arxiv.org/abs/1905.05697>

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