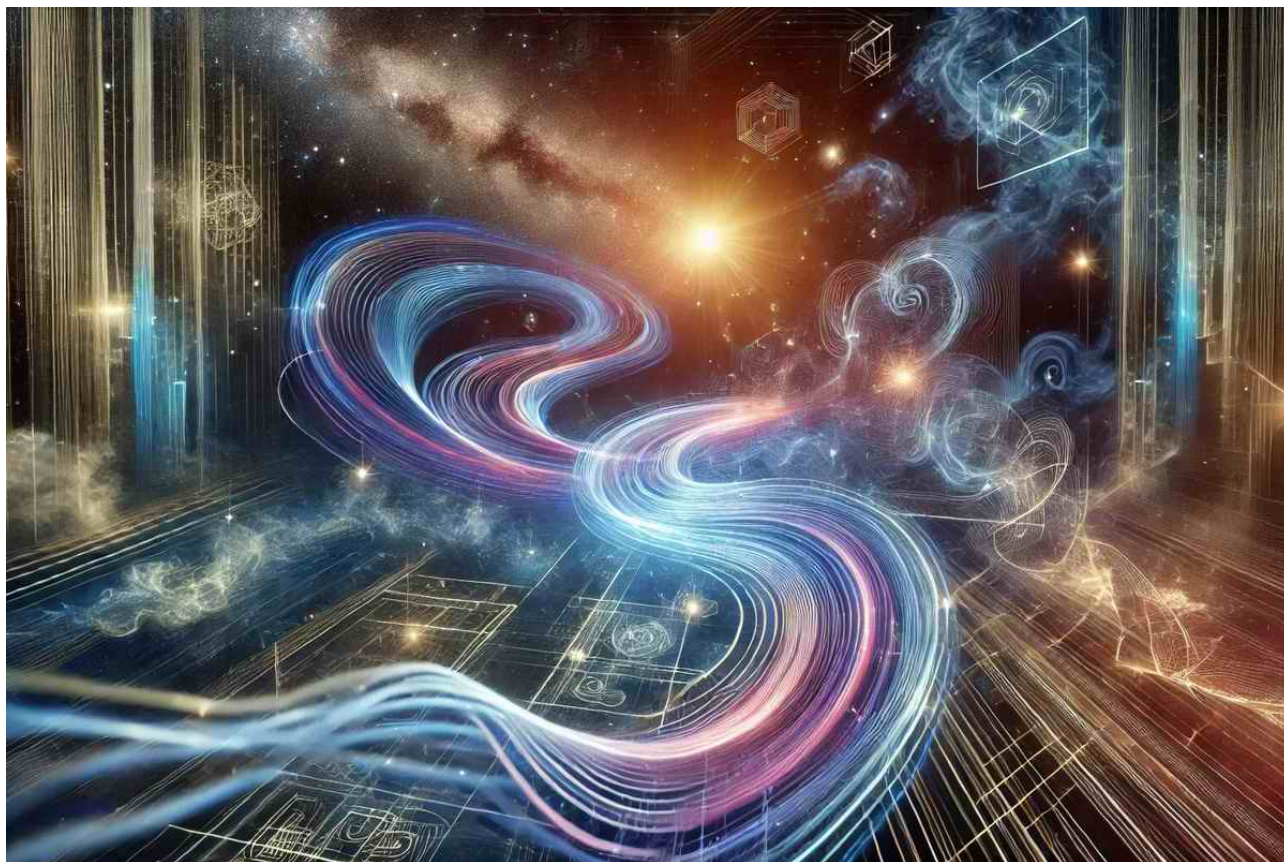


Скрученный свет: как орбитальный угловой момент меняет науку



Дата публикации: 10.01.2025

Орбитальный угловой момент света (ОУМ), часто называемый «скрученным светом», меняет правила игры в оптической метрологии. Технология позволяет исследовать динамические системы с точностью, ранее недоступной традиционным методам. Эта инновация не только расширяет возможности измерений, но и создает предпосылки для новых технологических прорывов, от квантовых вычислений до анализа сложных физических систем.

ОУМ света — это фундаментальное свойство, благодаря которому свет приобретает винтообразную структуру, словно закручиваясь в пространстве. Это открытие позволило ученым исследовать движения объектов в трех измерениях, включая их вращение. Ранее эффект Доплера был ограничен измерением линейных скоростей, но использование ОУМ расширяет его, позволяя фиксировать сложные траектории частиц.

Например, если свет с орбитальным угловым моментом проходит через турбулентную атмосферу или жидкость, его спектр меняется, создавая

уникальный отпечаток. Этот отпечаток можно интерпретировать для анализа свойств среды. Машинное обучение и алгоритмы искусственного интеллекта делают возможным обработку этих данных в реальном времени, предоставляя точные и быстрые результаты.

Приложения от квантовой метрологии до анализа космоса

Применение ОУМ охватывает широкий спектр областей. В наномасштабе технология уже используется для анализа **биологических молекул**, что помогает раскрывать механизмы заболеваний. В большем масштабе, например, в космологии, скрученный свет помогает изучать структуру черных дыр и гравитационные эффекты на свет.

Но потенциал ОУМ не ограничивается только научными исследованиями. Технология может быть использована для повышения эффективности передачи данных в оптоволоконных сетях, где точность и минимизация помех имеют критическое значение. Кроме того, использование квантовых свойств света, таких как запутанность и однофотонные состояния, открывает путь к разработке более точных и защищенных систем связи.

Одной из самых перспективных областей применения является интеграция ОУМ с искусственным интеллектом. Используя глубокое обучение, ученые могут анализировать спектры ОУМ для обнаружения аномалий или распознавания сложных объектов. Это особенно полезно в таких областях, как мониторинг атмосферных условий, прогнозирование изменений климата и диагностика заболеваний.

Квантовая метрология, использующая ОУМ, все еще находится в зачаточном состоянии, но уже демонстрирует впечатляющие результаты. Снижение уровня шума, увеличение точности измерений и возможность использования меньшего числа фотонов делают эту технологию мощным инструментом для будущих исследований. Например, в медицине это может означать разработку методов раннего обнаружения болезней, таких как рак, с использованием оптических зондов на основе ОУМ.

Скрученный свет открывает для ученых и инженеров новые горизонты, делая возможным измерение и анализ ранее недоступных явлений. От микроскопического исследования клеток до изучения глубин космоса — потенциал ОУМ огромен. Его интеграция с квантовыми и цифровыми технологиями обещает прорывы в точной науке, коммуникациях и медицинских разработках.

В будущем использование ОУМ света может стать стандартом в метрологии и технологиях, обеспечивая человечеству еще более глубокое понимание окружающего мира. Скрученный свет — это не просто физическое явление, это ключ к новым открытиям, которые изменят нашу реальность.

Ссылка: «Метрология с изюминкой: зондирование и обнаружение с помощью вихревого света» DOI: [10.1038/s41377-024-01665-1](https://doi.org/10.1038/s41377-024-01665-1).