

## «Остановленный» свет поможет усовершенствовать медицинские сенсоры

Учёные Сибирского федерального университета в составе международного научного коллектива изучили особое состояние света, возникающее на границе холестерического жидкого кристалла и слоистой среды. Исследователи создали цифровую модель явления и показали, как можно менять время жизни сгустка света и длину его волны. Предполагается, что в дальнейшем это поможет создать эффективные сенсоры для проведения медицинских анализов — в том числе, в домашних условиях. Статья с основными результатами работы [опубликована](#) в журнале «Crystals».

Оптическое таммовское состояние, предложенное научной группой, — это сгусток света, который образуется на границе двух различных сред. «Сгущение» происходит в результате множественного переотражения света граничащими друг с другом средами, которые играют роль зеркал. Попадая в эту своеобразную «ловушку», свет оказывается «запертым» на границе.



*«Волны, возникающие на границе разных сред — это, например, морские волны и волны, возникающие во время землетрясения. Очень часто подобные волны встречаются и в оптике. В школе учат, что на освещенной границе прозрачных материалов появляются лучи отражения и лучи преломления. В случае предельного угла полного отражения может возникать луч, скользящий вдоль границы — световая поверхностная волна. В отличие от большинства поверхностных волн, таммовское состояние может возбуждаться лучом, падающим перпендикулярно поверхности. В этом случае волна останавливается и не переносит энергию вдоль границы. В 2006 году мы узнали про обнаружение такой волны оптиками из Санкт-Петербурга, и мне показалось любопытным закрутить эту волну как волчок — скажем, при помощи холестерического кристалла. Этот кристалл — жидкость, которая не обладает зеркальной симметрией оптических свойств, потому что состоит из ориентированных продолговатых молекул, направление которых «закручивается» в пространстве подобно винтовой спирали, похожей на спираль ДНК. В конце концов световой волчок действительно получился, мы дали ему имя: хиральное оптическое таммовское состояние», —* рассказал руководитель научной группы, профессор кафедры теоретической физики и волновых явлений, ведущий научный сотрудник лаборатории нанотехнологий, спектроскопии и квантовой химии кафедры фотоники и лазерных технологий СФУ **Степан Ветров**.

Учёные уточнили, какие оптические материалы следует использовать, чтобы увидеть световой волчок.

*«Для получения необходимого нам „сгустка света“ нужно запереть световую волну в очень маленьком пространстве между двух зеркал, от которых она будет многократно отражаться. В качестве одного зеркала мы возьмем жидкий кристалл, чтоб закрутить волну. А для второго зеркала удобно использовать понятие поляризации. Световое поле представим вектором (стрелкой) электрической напряженности, основание которого находится в освещенной точке, а острый конец колеблется. Если стрелка вращается по кругу, то говорят, что свет обладает круговой поляризацией. Холестерический жидкий кристалл отражает свет только в том случае, когда стрелка поляризации вращается по кругу в ту сторону, куда указывают молекулы жидкого кристалла.*



Трудность использования обычного зеркала состоит в том, что при отражении от него волна меняет направление поляризации. Например, свет правой круговой поляризации, падающий на зеркало, отразится уже с левой круговой поляризацией. После такого отражения световую волну сложно запереть, ведь, меняя поляризацию, она постоянно „просачивается“ из „ловушки“ сквозь жидкий кристалл. Но вот если взять слоистую структуру, напоминающую торт „Наполеон“, сложенный из одинаковых одноосных диэлектрических слоёв, которые чередуются так, что оптическая ось каждого последующего слоя повернута на угол 90 градусов относительно оси предыдущего, то проблема будет решена! Такой „многослойник“ мы назвали сохраняющим поляризацию анизотропным зеркалом. Более ста лет назад была изготовлена стопка из нескольких десятков слоёв слюды, толщина каждого из которых меньше микрометра. Если вместо слюды использовать современные высокоанизотропные полимеры, и на поверхность такого многослойного зеркала аккуратно нанести холестерический жидкий кристалл, то на границе может возникнуть запертое состояние, которое, собственно, нас и интересует», — поделилась **Наталья Рудакова**, доцент кафедры физики СФУ.

Исследователи также отметили, что полученный «световой волчок» может использоваться для целого спектра устройств фотоники. Лазеры с «закрученным» лучом или биосенсоры, позволяющие в считанные минуты получить экспресс-результат анализа крови, — это только некоторые из возможных новинок, которые могут войти в нашу действительность благодаря открытию физиков.



«Очень важно, что новое состояние оказалось относительно долгоживущим — оно длится пикосекунды, за это время свет успевает отразиться от зеркал тысячи раз. Рассчитываем, что наши исследования помогут со временем создать новые типы микролазеров и биосенсоров. Предполагается, что биосенсорные системы будут чрезвычайно высокочувствительными и быстрыми — можно будет проводить анализ крови на дому и получать быстрый и точный результат», — заключил старший преподаватель кафедры электротехнологии и электротехники, научный сотрудник лаборатории нанотехнологий, спектроскопии и квантовой химии СФУ **Рашид Бикбаев**.

В состав научного коллектива также вошли учёные Института физики им. Л. В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН и Национального университета Чиао-Тун (Тайвань).

[Пресс-служба СФУ](#), 21 ноября 2019 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, [info@sfu-kras.ru](mailto:info@sfu-kras.ru).

Адрес страницы: <http://news.sfu-kras.ru/node/22460>