

Война полей: физики рассказали, как наночастицы повысят эффективность лазеров будущего

Группа российских, шведских и американских учёных доказала необходимость оперировать точными количественными данными при изучении коллективных эффектов в массивах диэлектрических наночастиц.



Выяснилось, что качество резонанса, возникающего в массивах с известным количеством частиц (даже в крупных массивах порядка 100×100 единиц), может быть существенно ниже, чем предсказывали расчёты на основе модели бесконечной нанорешётки. Секрет кроется в сильном перекрёстном взаимодействии, возникающем в реальности между электрическим и магнитным диполями. Этот фактор игнорируется (как оказалось, совершенно напрасно) в большинстве современных теоретических и экспериментальных исследований, основанных на моделировании бесконечных структур. Подробности работы отражены в журнале [Optics Letters](#).

«Фотонные устройства, в основе которых лежат различные манипуляции с частицами света — фотонами — не зря называют устройствами будущего. Кому не хотелось бы использовать светодиодную лампу в качестве Wi-Fi-роутера? Немецкому физика Харальду Хаасу удалось в 2011 году достичь таким „ламповым“ способом скорости передачи данных 224 Гб/с. Эта скорость позволяет скачивать до двадцати фильмов по 1,45 ГБ за одну секунду. К сожалению, такие приборы, как фотонные компьютеры или смартфоны, появятся в нашем быту ещё не скоро. Зато в медицине прогнозируется скорое появление лазеров, работающих благодаря особому высокочастотному резонансу, возникающему в результате слаженной работы наночастиц. Как улучшить качество этого резонанса? Конечно же, скрупулёзно посчитав, сколько частиц должны трудиться над его производством», — полагают авторы нового исследования.

*«В предыдущих работах мы показали, как влияют на массив наночастиц кремния различные дефекты. Оказалось, если сильно сдвинуть частицы относительно друг друга, пострадает или электрическая, или магнитная дипольная связь. Если изменить размер наночастиц — изменится только магнитная связь. Если выбить случайным образом до 80 % частиц с их привычных позиций, решётка, составленная из „уцелевших бойцов“, всё равно будет работать. Но вопрос, сколько наночастиц в точности должно находиться на своём „посту“, чтобы производить супердобротный резонанс, оставался открытым. Рады сообщить, что наша группа нашла на него ответ», — рассказал научный руководитель исследования, профессор базовой кафедры фотоники и лазерных технологий Института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ, доктор физ.-мат. наук **Сергей Карпов**.*



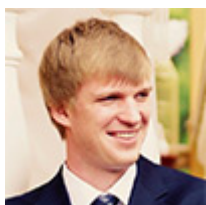
С математической точки зрения для изучения любых явлений в массивах наночастиц проще

использовать модель бесконечной решётки. К сожалению, полученные результаты так же мало соответствуют реальному положению дел, как рисунок коня соответствует настоящему животному из плоти и крови.

*«Должен отметить, что сакраментальная фраза о размере, который имеет значение, полностью описывает ситуацию, когда вам нужно получить как можно более точные данные о реально работающем массиве наночастиц. Мы глубоко уважаем математику, однако достоверность расчётов, выполненных с помощью модели бесконечной нанорешётки, в некоторых случаях вызывает большие сомнения. Если нужно получить высокочастотный резонанс, который позволит лазерам, например, проводить сложные медицинские манипуляции за считанные секунды, придётся в прямом смысле „пересчитать по головам“ наночастицы, которые будут этот резонанс создавать. Чем больше будет таких частиц, тем совершеннее мы получим резонанс в итоге, и тем выше будет качество оборудования, которое работает на основе этого резонанса», — отметил соавтор исследования, выпускник СФУ, постдок Института оптики Рочестерского университета **Илья Рассказов**.*



Рекомендуя считать наночастицы с аптекарской точностью, учёные международной группы открывают свой секрет: им удалось отыскать фактор, который традиционно упускают из виду коллеги, работающие с моделями бесконечной нанорешётки.



*«В модели бесконечной решётки дипольная электрическая связь и магнитная связь, возникающие в наночастицах под воздействием внешнего излучения, абсолютно не взаимодействуют друг с другом. Связи есть, но они умозрительно разведены по разным углам, как боксёры, которые так и не сходятся в поединке. А вот если вы обращаетесь к реальным физическим границам массива из наночастиц, становится очевидно — борьба на ринге идёт вовсю, и это заметно влияет на качество резонанса, который наночастицы выдают», — резюмировал соавтор исследования, выпускник СФУ, аспирант Королевского технологического института **Вадим Закомирный**.*

Следует отметить очевидную пользу этого научного наблюдения для экспериментаторов, изучающих потенциал наночастиц для их применения в нанопотонике и уже упомянутой медицине. Авторы исследования уверены, что полученные результаты поспособствуют более оптимальному и продуманному проектированию фотонных устройств, которые постепенно появляются в научных центрах, а в скором времени войдут и в нашу привычную жизнь и будут решать осязаемые практические задачи.

В работе над исследованием участвовали сотрудники Сибирского федерального университета, Королевского технологического института (Стокгольм, Швеция), Федерального Сибирского научно-клинического центра ФМБА России (Красноярск), Института физики им. Л. В. Киренского СО РАН, Института вычислительного моделирования СО РАН, Сибирского государственного университета науки и технологий им. М. Ф. Решетнёва и Рочестерского университета (Рочестер, США).

Работа поддержана грантом Российского научного фонда (РНФ).

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

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/22575>