

## Ученые НГУ предложили новое применение оптоволокна в оптических приборах

*Исследователи лаборатории волоконных лазеров Физфака НГУ разработали микрорезонаторы мод шепчущей галереи на поверхности оптоволокна. Новая разработка найдет применение в создании перспективных источников излучения и оптических приборов.*

**Новосибирск, 21 февраля 2024 года:** Научные сотрудники лаборатории волоконных лазеров [Физического факультета Новосибирского государственного университета](#) работают над созданием новых микрорезонаторов мод шепчущей галереи. Их разработка отличается от уже существующих аналогов прежде всего тем, что в качестве микрорезонатора они решили использовать обычное оптоволокно. Этот материал отличается от используемых ранее своей доступностью и низкой ценой.

**Шепчущая галерея** — помещение круглой формы, в котором тихий звук или шепот хорошо распространяется вдоль стен, но не слышен в центре помещения. Впервые данный эффект был исследован в шепчущей галерее Собора Святого Павла в Лондоне. Он связан с распространением вдоль стены акустической волны, испытывающей многократное полное внутреннее отражение. При ее замыкании формируется характерная стоячая волна, прижимающаяся к стенкам галереи, которая получила название моды шепчущей галереи. Аналогичные моды шепчущей галереи для электромагнитных волн широко применяются для создания компактных СВЧ и оптических резонаторов с высокой добротностью.

— Микрорезонаторы нужны в том числе для того, чтобы создавать оптические частотные гребенки — особый тип электромагнитного излучения в оптическом диапазоне, частотный спектр которого представляет собой набор дискретных, равноотстоящих друг от друга пиков. Такое состояние света находит применение в различных оптических приборах. Микрорезонаторы мод шепчущей галереи — это устройства, которые какое-то заметное время хранят свет, он отражается и преобразуется внутри них, приобретая в процессе отражения новые качества, необходимые для его дальнейшего применения. Активно изучать их начали еще в СССР в конце 80-х годов прошлого века. С тех пор создано несколько типов таких резонаторов. Устроены они, как правило, следующим образом: в качестве своеобразного «хранилища» света выступает сфера, диск или кольцевой волновод. Свет отражается от ее внутренней поверхности и проходит по кругу. Такое распределение света получило название моды шепчущей галереи, а такие микрорезонаторы зарекомендовали себя как самые добротные и перспективные «хранилища» света, — объяснил старший научный сотрудник лаборатории волоконных лазеров **Илья Ватник**.

Микрорезонаторы мод шепчущей галереи, над которыми работают специалисты НГУ, отличаются от других типов тем, что в качестве «хранилища» света используется не сферический, а цилиндрический объект, а именно обычное оптоволокно. В оптике этот материал широко применяется, при этом свет пускают по нему по направлению вдоль волокна. Сотрудники лаборатории поступили нестандартно — направили его в поперечном направлении. И оказалось, что боковая поверхность оптоволокна вполне подходит для того, чтобы на ней могли достаточно долго существовать моды шепчущих галерей, а само оптоволокно может стать прекрасным материалом для перспективного микрорезонатора, где свет будет преобразовываться и приобретать необходимые для применения свойства, в том числе рождать оптическую частотную гребенку. Ранее таким образом оптоволокно не использовалось, хотя зарубежные исследователи предложили его для исследования еще 15 лет назад. Их идея была подхвачена и развита учеными НГУ как представляющая научный интерес и перспективная.

В настоящее время научные сотрудники лаборатории работают над увеличением добротности и повышением качества микрорезонатора. Это необходимо для того, чтобы он смог конкурировать с другими типами аналогичных устройств. Уже сейчас у него есть преимущества — простота и низкая стоимость.

— Мы разрабатываем новые методы создания микрорезонаторов на поверхности оптоволокна. Перед нами возникла проблема – диаметр таких цилиндров составляет 125 микрон, тогда как длина может быть довольно велика. Цилиндр получается слишком длинным и свет распространяется по нему излишне далеко. Чтобы такого не происходило, его необходимо локализовать. Увеличивая радиус на каком-либо определенном участке оптоволокна всего на доли микрона, мы можем «запереть» свет в месте расширения. Он будет отражаться внутри, приобретая определенные свойства. Этим расширениям возможно придавать различные формы, таким образом изменяя свойства света, преобразуемого внутри микрорезонатора. Таким образом появляется возможность, изменяя радиус волокна, управлять свойствами света и, варьируя радиусы оптоволокна, задавать им определенные параметры, - рассказал Илья Ватник.

Как пояснил исследователь, индустрия применения микрорезонаторов в настоящий момент только зарождается. Существует всего несколько примеров их точечного применения в оптических приборах. Однако научные сотрудники лаборатории уверены, что их разработка найдет широкое применение в будущем. Такие микрорезонаторы могут использоваться в ряде приборов оптического анализа и лидарах — устройствах для измерения расстояний с помощью светового луча. Также они будут востребованы в спектроскопии и материаловедении.