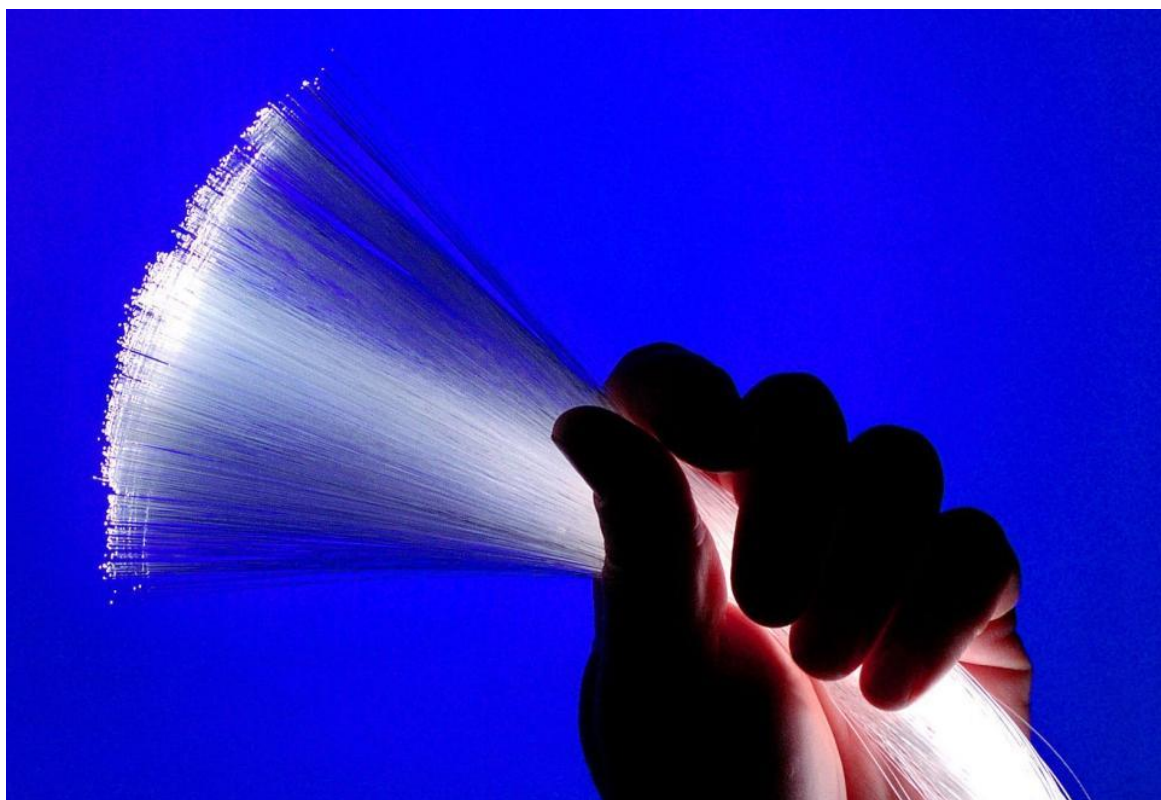


В лабиринтах света

Сотрудники Института автоматики и электрометрии СО РАН впервые продемонстрировали эффективную каскадную генерацию высоких порядков волоконного лазера со случайной распределённой обратной связью (СРОС-лазера). Результаты работы опубликованы в журнале Scientific Reports группы Nature.

«Любой лазер — это среда, усиливающая свет. По краям её стоят зеркала. Они и создают обратную связь, которая возвращает луч, пытающийся выйти из этой среды, обратно. Он начинает бегать по замкнутому пространству, усиливаться, и в результате его интенсивность достигает очень больших величин, и получается очень мощное лазерное излучение», — рассказывает научный сотрудник [ИАиЭ СО РАН](#) кандидат физико-математических наук **Илья Дмитриевич Ватник**.



Лазер с распределённой обратной связью — это лазер, у которого зеркала находятся не по краям, а помещены всюду вдоль активной среды. А слово «случайная» означает, что они там расположены совершенно непредсказуемым, никому не известным образом.

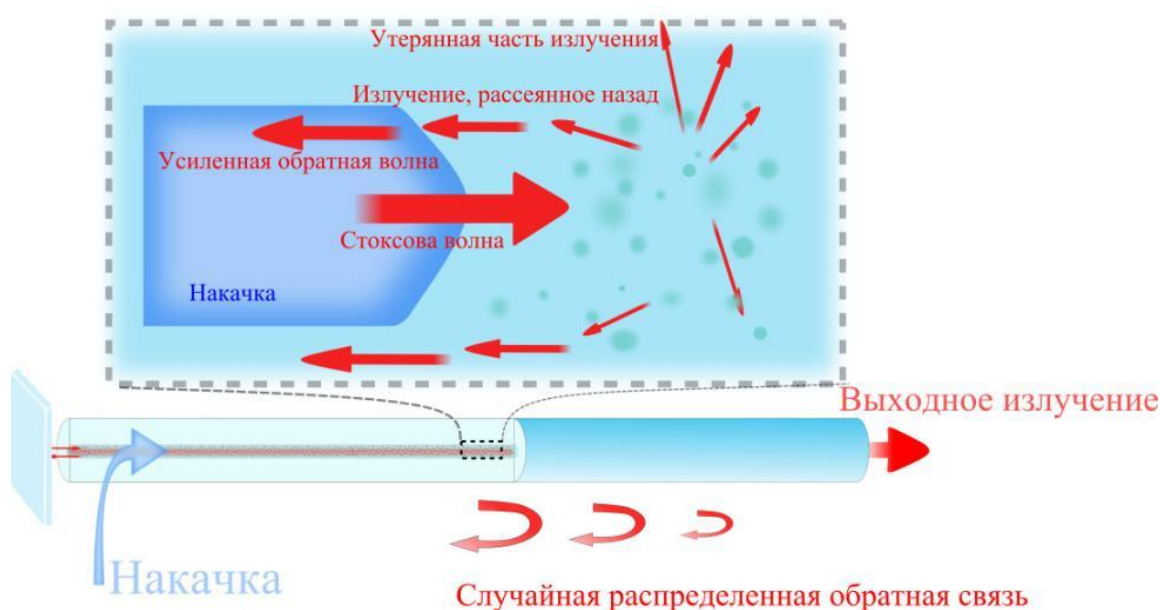
Отражаясь от разных зеркал, лазерные лучи смешиваются, накладываются друг на друга, в результате получается сложная картина эволюции света, который через активную среду взаимодействует сам с собой. Пока никому не известно, каким образом всё это происходит. Именно поэтому СРОС-лазер так интересен исследователям.

Классический пример подобного прибора — оптоволокно. Оно представляет собой нить из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), внутри которой возникают некие уплотнения, работающие как зеркала. Распределённая обратная связь реализуется именно за счёт этих «неоднородностей». «От других СРОС-лазеров лазер на оптоволокне отличается тем, что, во-первых, он как будто одномерный, то есть свет распространяется в нём не в объеме в разных направлениях, а лишь вперёд-назад. Вторая и главная

особенность: небольшая величина обратной связи. Зеркала здесь являются очень-очень слабыми. Чтобы сделать такое зеркало, которое полностью отразило бы излучение, пришлось бы взять волокно длиной десять тысяч километров», — рассказывает Илья.

Учёным из ИАиЭ СО РАН удалось приблизиться к разрешению загадки оптоволоконного СРОС-лазера. Сейчас они более-менее понимают, как из этого «супа» многочисленных лучей, отражённых из разных точек, вырастить то излучение, которое в итоге видно в эксперименте. Модель, описывающая формирование специфического спектра генерации лазера, была опубликована в журнале Nature Communications.

А недавно та же группа исследователей под руководством заместителя директора по научной работе ИАиЭ СО РАН, заведующего лабораторией волоконной оптики, член-корреспондента РАН Сергея Алексеевича Бабина показала, что эффективность генерации этого лазера (при том, что сам он очень простой) может быть очень высокой.



«Здесь происходит преобразование излучения накачки на одной длине волны в излучение так называемой стоксовой компоненты с большей длиной волны. При этом за счёт случайной распределенной обратной связи этот процесс идёт с высокой квантовой эффективностью, то есть практически каждый квант излучения накачки преобразуется в квант излучения генерации (стоксовой компоненты). В этом же лазере возможен и каскадный процесс. Точно так же, как накачка преобразовывалась в генерацию стоксовой компоненты, возможно преобразование последней в излучение второй стоксовой компоненты, с ещё большей длиной волны. В феврале 2016 года мои коллеги опубликовали статью в журнале Scientific Reports группы Nature, в которой показали, что за счёт влияния случайной распределенной обратной связи, этот процесс тоже происходит с высокой квантовой эффективностью, составляющей 80 %. То есть из 10 квантов первой стоксовой компоненты восемь успешно «превращаются» в кванты второй стоксовой компоненты. Та в свою очередь преобразуется в третью, третья в четвёртую и так далее. У каждой следующей компоненты длина волны больше, чем у предыдущей. Таким образом, мы можем получать излучения с большой длиной волны из излучения накачки с намного меньшей длиной волны за счёт многокаскадного преобразования внутри лазера, при этом в каждом каскаде (на каждом этапе преобразования) эффективность «превращения» квантов предыдущего каскада в следующий очень высока. Полная эффективность преобразования квантов накачки в кванты, к примеру, пятой стоксовой компоненты также составит 80 %, — комментирует работу коллег Илья Ватник. — Если же использовать

другие типы обратной связи, то эффективность преобразования будет зависеть от номера каскада, и в итоге может оказаться меньшей, чем у нас. То есть, можно сделать преобразование эффективней и дешевле, если использовать вместо обычной обратной связи нашу — случайную распределённую».

На практике это может означать существенное улучшение системы высокоскоростной передачи информации на большие расстояния. Например, оптоволокно применяется в телекоммуникационных линиях связи. Когда передаётся фильм из Европы в Америку (а это несколько тысяч километров), по проложенному по дну океану волокну запускается лазерный луч, однако его силы недостаточно, чтобы долететь до места назначения. Если каждые 50-100 км не использовать специальные усилители света, он очень быстро затухнет. СРОС-лазер способен служить одним из таких усилителей. За счёт того, что он может быть в три раза длиннее подобных устройств других типов, на расстояние от Европы до Америки его потребуется в три раза меньше, это обещает значительную экономию. Кроме того, лазер со случайной распределённой обратной связью может быть гораздо дешевле и проще некоторых существующих аналогов, применяющихся в биомедицине и астрономии. Однако, предупреждают исследователи, для того, чтобы разработка вошла в жизнь, необходимо решить ещё множество промежуточных вопросов и уточнить множество деталей, поэтому о практическом использовании говорить ещё рано.

Подготовила Диана Хомякова

Фото предоставлены исследователями

Источники:

[В лабиринтах света](#) – Наука в Сибири (sbras.info), Новосибирск, 27 апреля 2016.

[В России создан лазер со случайной распределенной обратной связью](#) – Nanonewsnet.ru, Москва, 28 апреля 2016.

[В России создан лазер со случайной распределенной обратной связью](#) – Научная Россия (scientificrussia.ru), Москва, 28 апреля 2016.

[Сибирские ученые создали волоконный лазер нового поколения](#) – Российская газета (rg.ru), Москва, 28 апреля 2016.

[Новосибирские ученые создали сверхмощный волоконный лазер](#) – Kant (kant.kg), Бишкек, 28 апреля 2016.

[Новосибирские ученые создали сверхмощный волоконный лазер](#) – Mir24.tv, Москва, 28 апреля 2016.

[Ученые из Новосибирска создали высокоэффективный волоконный лазер](#) – Resfo.ru, Новосибирск, 28 апреля 2016.

[Новосибирские ученые создали высокоэффективный волоконный лазер](#) – Inline.ru, Москва, 28 апреля 2016.

[Новосибирские ученые создали высокоэффективный волоконный лазер](#) – ИНТЕРФАКС-СИБИРЬ, Новосибирск, 28 апреля 2016.

[Новосибирские ученые создали высокоэффективный волоконный лазер](#) –
[Новости@Rambler.ru](#), Москва, 28 апреля 2016.

[Сибирские ученые создали волоконный лазер нового поколения](#) – [Biznes-portal.com](#),
Новосибирск, 29 апреля 2016.