

Сергей Бабин: «Важно всегда быть на передних рубежах»

Как показал проведённый недавно библиометрический анализ исследований в области [лазеров](#) по объёму и цитируемости выпущенных научных публикаций и ссылок на международное сотрудничество, основной вклад российских учёных связан с волоконными лазерами, и лидером здесь является [лаборатория волоконной оптики Института автоматики и электрометрии СО РАН](#), которая в этом году отмечает 10-летний юбилей.

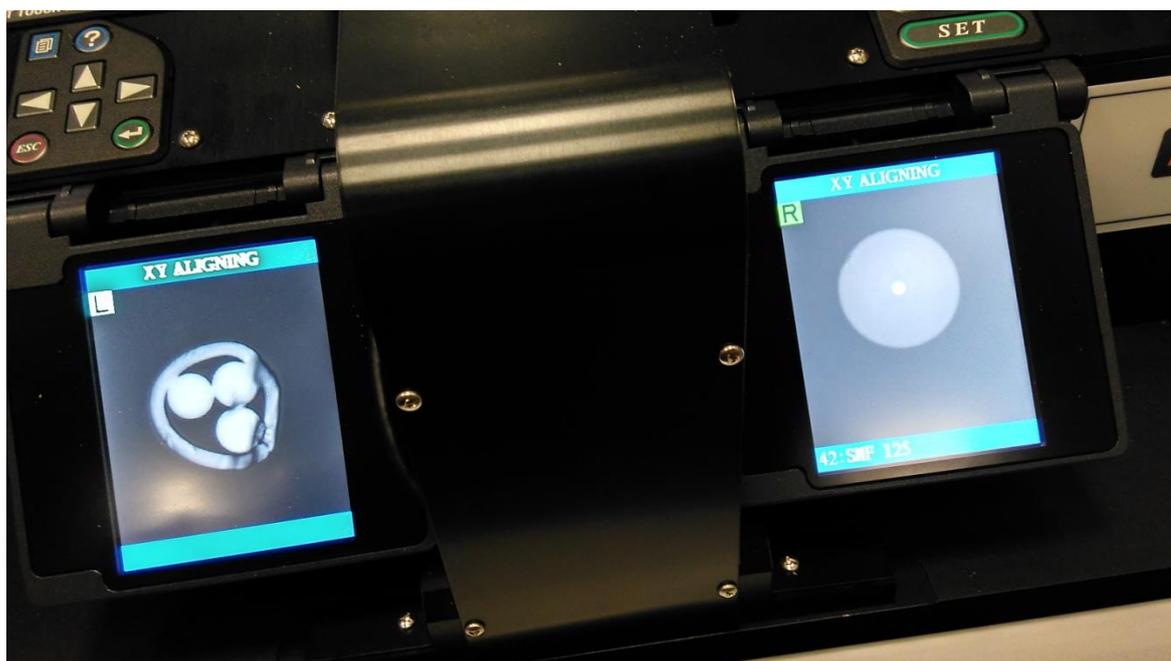
«Наша лаборатория была создана в 2007 году для работы по интересной современной тематике – волоконной оптике. Тогда это направление было особенно актуально, сейчас уже понемногу начинается насыщение, переход в практическую фазу, но, тем не менее, научные задачи остаются и параллельно возникают новые направления, которые мы сейчас пытаемся развивать, – рассказывает заведующий лабораторией, член-корреспондент РАН [Сергей Алексеевич Бабин](#). – Это фемтосекундные технологии, которые помогают по-новому подойти к созданию оптических устройств (в виде чипов), микрорезонаторы, становящиеся элементами для нелинейного преобразования света в разных диапазонах длин волн и позволяющие генерировать излучение в очень широком спектральном диапазоне».



«Цитируемость работ означает их высокий приоритет и востребованность: авторы других исследований ссылаются либо на первые результаты по теме, либо на те решения, которые они далее используют или развивают в своей работе. Наиболее цитируемыми у нас являются работы по изучению волоконных лазеров со случайной распределённой обратной связью, которые были предложены в лаборатории. Такие лазеры максимально просты. Они представляют собой отрезок или катушку обычного пассивного световода, надо только завести туда излучение диода накачки. Необходимая для лазерной генерации обратная связь возникает из-за рассеяния излучения на естественных неоднородностях

световода. Оказывается, эффективность преобразования в волокне некачественного излучения накачки в качественное лазерное излучение может быть очень высока, практически 100 %, в отличие от других типов лазеров здесь нет дополнительных потерь, связанных с наличием оптических элементов», – отмечает Сергей Бабин. Эти исследования пока ещё находятся на фундаментальной стадии, но, как показывают заинтересованность общественности и вал научных статей по этой теме, они вот-вот выйдут в практическую плоскость. Лаборатория волоконной оптики ИАиЭ СО РАН здесь кооперируется (и одновременно конкурирует) с группами из Великобритании и КНР, причём у китайских исследователей активно развивается практическая составляющая.

Другое важное направление, с которого началась международное признание достижений лаборатории, – так называемое турбулентное уширение спектра волоконных лазеров. Была проблема описать спектр волоконного лазера большой длины. Как на воде, где есть большие волны и мелкая рябь, и все они друг с другом взаимодействуют, так и со светом – при его распространении по длинному световоду генерируется очень много волн с разной частотой, и они создают хаос, описать который очень сложно. Эту проблему удалось решить с помощью кинетических уравнений, применяемых в гидродинамике. Модифицированная Евгением Владимировичем Подивиловым теория дала простой ответ, который хорошо описывает эксперимент – ширина спектра растёт как корень квадратный из произведения мощности лазера на его длину.



«Другое достижение связано с тем, что мы научились использовать эффект, который все считали вредным – если энергия импульса очень большая, излучение начинает взаимодействовать с молекулами среды (в данном случае – стекла), раскачивать колебания в них, и эти колебания рассеивают свет на смещённой в «красную» область частоте. Раньше получившееся рассеянное излучение всеми воспринималось как шум, который забирает всю лишнюю энергию и не позволял использовать её для увеличения энергии основного импульса. Мы сделали для этого рассеянного излучения резонатор и из шума получили когерентный импульс на новой частоте», – поясняет исследователь. Эти

работы также хорошо цитируются. Пока они ведутся на фундаментальном уровне, но имеют и хорошие перспективы практического использования, в частности, в биомедицине. Например, для визуализации холестериновых бляшек в сосудах. «Здесь нужны два пикосекундных импульса со строго заданной разностью частот, соответствующей колебаниям того вещества, которое мы хотим увидеть. Колебания резонансно раскачиваются и усиливают рассеяние света, и мы видим, где именно расположен холестерин. И здесь как раз очень удобно использовать генерацию импульсов на нужной частоте с помощью нашего способа генерации импульсов на основе комбинационного рассеяния света», – говорит Сергей Бабин. В биомедицине применять лазеры начали довольно давно, но, как отмечает исследователь, пока ещё это происходит в достаточно «грубом» режиме, когда лазерный луч используется как хирургический скальпель. Есть более тонкие применения, связанные с оптической визуализацией, когерентной оптической томографией – и за ними будущее. Оптическая диагностика становится одним из основных инструментов в медицине.

Другое перспективное направление – оптическая связь, где тоже используются разные типы лазеров. Например, одна из высокоцитируемых работ лаборатории – демонстрация самого длинного в мире волоконного лазера, протяжённость которого составляет 300 км. Его можно реализовать в обычной линии связи и использовать для усиления информационного сигнала (и тогда не потребуются ставить промежуточные оптические усилители в линию). Уже проведены первые пробные эксперименты с госкорпорацией «Ростелеком», есть и другие заинтересованные в этой технологии компании.

Развитие волоконно-оптического направления, которое в 2007 году только давало первые результаты, к сегодняшнему дню уже привело к созданию нескольких промышленных предприятий. Например, компания «Инверсия-Сенсор» (Пермь), производит волоконные сенсорные системы, где используются волоконные лазеры и датчики, разработанные в ИАиЭ СО РАН. Компания «Инверсия-Файбер» (Новосибирск) специализируется на узкополосных одночастотных волоконных лазерах, так называемых лазерах с регулярной распределённой обратной связью. Они очень компактные, стабильные и дают узкую линию генерации, широко используются в сенсорных системах для опроса датчиков, в связи, метрологии в частности, в новых оптических стандартах частоты для системы ГЛОНАСС (лазерные стандарты гораздо более точные, чем, например, цезиевые). Также в стадию практических применений переходит научное направление, связанное с преобразованием излучения волоконного лазера из инфракрасного диапазона в видимый, в первую очередь, сине-зелёный, – это открывает перспективы его использования в биомедицине: проточных цитометрах, ДНК-секвенаторах, рамановских спектрометрах.

«Волоконные сенсоры сейчас активно внедряются в промышленность: нефте- и газопроводы, гидроэлектростанции, капитальное строительство, высотные здания, мосты, крыши стадионов, сложные элементы конструкций, где нужно следить, чтобы не произошло критических деформаций, сдвигов, вибраций, – отмечает Сергей Бабин. – Фактически волокно встроено в объект, например, в фундамент или конструкцию здания, есть разъём, к которому подключается система опроса с лазером, и по показаниям

рассеянного или отражённого света можно посмотреть, как изменилась температура, какая произошла деформация. Это направление уже вышло на стадию массового промышленного производства волоконных систем мониторинга, в котором созданная сотрудниками лаборатории компания «Инверсия-Сенсор» является одним из лидеров в России и мире.

В стадии научно-технической проработки сейчас находится технология встраивания волоконных сенсоров в так называемые умные композитные материалы – например, авиационные материалы из углепластика. Они гораздо легче и прочнее, чем тот же алюминий, но есть риск трещин, которые необходимо вовремя обнаружить. В углепластик вместе с волокнами, являющимися элементами конструкции, встраивается оптическое волокно с датчиками, сформированными в волокне фемтосекундным излучением, благодаря чему всегда можно будет отследить поле деформации материала.

«Эти “умные” материалы сейчас активно развиваются в мире, и мы со своими технологиями как волоконных датчиков, так и лазеров, которые используются для записи датчиков и их опроса, участвуем в кооперации, где наша задача – сформулировать физические, фундаментальные законы. Затем организации, с которыми мы взаимодействуем – это в первую очередь ФГУП «ВИАМ» (Москва), «Инверсия-Сенсор» и Пермская научно-производственная приборостроительная компания, реализуют их в практических устройствах, – рассказывает Сергей Бабин. – Взаимодействие с предприятиями является одним из принципов, на которых лаборатория строилась. Формирование лаборатории началось ещё до 2007 года, когда ресурсов практически не было, поэтому тогда мы выбрали такой способ – одновременно заниматься наукой и производством приборов, чтобы зарабатывать деньги для научных исследований. Но с 2007 года ситуация начала меняться, появились гранты, в несколько раз увеличилось бюджетное финансирование. В 2014 году лаборатория получила большой грант Российского научного фонда, который помог создать ресурсную базу для развития новых направлений. Теперь у нас есть возможность разделять науку и производство, ведь разделение труда – это двигатель прогресса. При этом я всегда делаю ставку на молодёжь. У нас большой проток – люди приходят, потом защищаются и уходят – либо на предприятия-партнёры, либо в наши дружественные лаборатории (например, в Пермском политехническом университете и Новосибирском государственном университете уже есть две, сейчас формируется ещё две с помощью наших же сотрудников). Мы выстраиваем взаимодействие с бизнесом, университетами, большое внимание уделяем международному сотрудничеству, выступаем с приглашёнными докладами на ведущих международных конференциях и сами уже 10 лет проводим семинар, на который съезжаются ведущие разработчики волоконных лазеров. Это очень важно – всегда быть на передних рубежах и соревноваться с самыми лучшими, только тогда чего-то можно добиться. А если сидеть на одном месте, ты можешь быть первым в своем районе, но по сравнению с мировым уровнем всегда будешь проигрывать».

Диана Хомякова

Фото предоставлены Сергеем Бабиным

Источники:

[Сергей Бабин: "Важно всегда быть на передних рубежах"](#) – Наука в Сибири (sbras.info),
Новосибирск, 29 мая 2017.

[ИАиЭ СО РАН: на передних рубежах науки](#) – Новости сибирской науки (sib-science.info),
Новосибирск, 30 мая 2017.