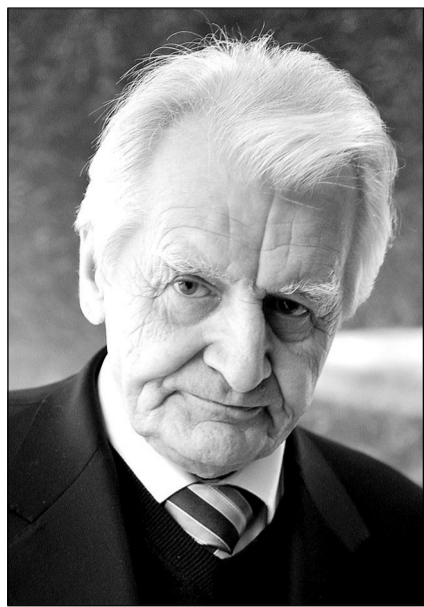


Лазеры: история и перспективы развития

Научная сессия Общего собрания Сибирского отделения, прошедшая 10 декабря в Доме учёных СО РАН, была посвящена 50-летию создания первого в мире лазера.

С заглавным докладом выступил директор Института лазерной физики СО РАН академик С.Н. Багаев.



По словам Сергея Николаевича, наука о лазерах в Сибирском отделении успешно развивается, несмотря на то, что эти исследования, весьма перспективные, не входят ни в одну национальную программу, а это не самым позитивным образом отражается на финансировании.

Между тем, лазеры настолько прочно вошли в нашу жизнь, что уже мало кто из неспециалистов задумывается, что слово это представляет собой акроним от английского light amplification by stimulated emission of radiation — усиление света посредством вынужденного излучения. Практическое применение лазеров имеет весьма обширные границы: от расчётов траекторий искусственных космических объектов до косметической хирургии, где удаление кожных новообразований типа кератом давно поставлено на поток.

Лазер, если говорить вкратце, представляет собой генератор когерентного оптического излучения. В основе когерентного излучения лежит использование так называемого вынужденного, или индуцированного излучения атомов в резонаторе. Резонатор осуществляет положительную обратную связь для возникновения среды, в которой энергия накачки (световая, тепловая, химическая, электрическая и др.) позволяет осуществить возбуждение атома, молекулы, ядра на верхний энергетический уровень.

Для того, чтобы возникла генерация, то есть видимое излучение, очень важно, что-

бы осуществлялась так называемая инверсия населённости, когда верхние энергетические уровни заселены больше, чем нижние. Тогда при переходе с верхнего уровня на нижний возникает возможность отдачи фотонов, их излучения, в результате чего возникает световой импульс или луч света. Этот процесс возбуждения происходит под действием внешней силы, поэтому и называется вынужденным.

Гербертом Уэллсом в романе «Война миров» и Алексеем Толстым в «Гиперболоиде инженера Гарина» были высказаны некоторые идеи, которые можно считать предвосхищением лазера как научного достижения. Научная же предистория лазера начинается с Альберта Эйнштейна, который, рассматривая проблему излучения атомов в обычной среде, впервые определил возможность появления и наблюдения вынужденного, или индуцированного излучения. Этот эффект впоследствии стал рассматриваться как принцип работы лазерной системы. Но строгую квантовую теорию излучения разработал Поль Дирак в 1927 г. В 1939 г. выдающийся советский физик-оптик Валерий Фабрикант доказал возможность существования атомов с вынужденным излучением, а также впервые наблюдал усиление оптического сигнала при возбуждении атомов на верхний уровень.

Первый импульсный лазер на рубине был запущен в США Теодором Мейманом 16 мая 1960 года. Основанием для этого послужили фундаментальные работы американского физика Чарльза Харда Таунса и советских физиков Александра Михайловича Прохорова и Николая Геннадьевича Басова (Физический институт им. П.Н. Лебедева). Год спустя лазеры появились и в Советском Союзе: сначала в Государственном оптическом институте им С.И. Вавилова, а затем в Физическом институте им. П.Н. Лебедева, а ещё через год — в Сибирском отделении АН СССР, в Институте радиофизики и электроники. Там над этой задачей работала в то время группа молодых учёных под руководством будущего академика Вениамина Павловича Чеботова.

В 1964 г. Н.Г. Басову, А.М. Прохорову и Ч. Таунсу была присуждена Нобелевская премия по физике с формулировкой «за фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к разработке принципов создания мазеров и лазеров».

Создание лазера привело к появлению нового направления — лазерной физики. Начало исследований было положено в 1962—1963 гг. в Институте радиоэлектроники, во главе которого стоял Юрий Борисович Румер. Позже лазерным излучением занималась лаборатория, затем отдел, существовавший сначала в Институте физики полупроводников, потом в Институте теплофизики.

В 1991 г. возник Институт лазерной физики СО РАН.

Советские, а ныне российские учёные сохраняют приоритет по многим направлениям исследований в мире. К ним можно отнести, например, работы по лазерной спектроскопии высокого и сверхвысокого разрешения. Возникла возможность, используя лазерное излучение, получить качественный спектроскопический инструмент. Использование метода нелинейной лазерной спектроскопии насыщенного поглощения, разработанного в 1967—1968 гг. советскими учёными В.С. Летоховым и В.П. Чеботаемым, позволило получать узкие спектральные линии внутри доплеровского контура, который ограничивает разрешение в спектральном диапазоне. Полученные резонансы насыщенного поглощения были использованы впоследствии в ИЛФ для создания оптических стандартов частоты, т.е. чрезвычайно стабильных по частоте лазерных источников излучения, необходимых для прецизионных измерений.

Преобразование частоты лазерного излучения из оптического диапазона в радиодиапазон, дающее возможность измерять абсолютное значение частоты, привело к созданию так называемой высокоточной оптико-физики. Созданные сибирскими физиками в 1981 г. первые в мире лазерные часы позволили определять единицу времени «секунда» по числу высокостабильных оптических колебаний. Лазерные источники со стабильностью частоты 10^{-14} и выше давали точность на 5—6 порядков выше, чем было до появления лазерной техники, что позволяло определять секунду намного точнее, чем было возможно на стандартных водородных или цезиевых микроволновых часах.

В начале 2000-х годов были созданы фемтосекундные оптические часы, соединявшие возможности фемтосекундного лазера и оптических часов. Возможность перехода из оптического диапазона в радио- или ультрафиолетовый диапазон стали гораздо более простыми, надёжными и точными. Точность измерений в настоящее время составляет во всем мире 10^{-16} — 10^{-17} . Это позволяет уточнять фундаментальные физические константы и тестировать основные положения квантовой электродинамики.

Благодаря высокой стабилизации частоты колебаний оптических генераторов, в которых используются квантовые переходы атомов кальция, магния, цезия и других элементов, секунда приобрела точное «физико-техническое» определение. Стандарты частоты и времени, которые создаются сегодня российскими учёными, позволяют значительно увеличить быстродействие потребительских навигационных устройств и способствуют развитию помехозащищённо-

сти широкополосной связи.

Лазеры жизненно необходимы для развития новых методов локации, в том числе космической. Хорошо известная российская глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС благодаря разработкам сибирских учёных может увеличить точность определения координат с нескольких метров до нескольких сантиметров (развитие навигационной системы с помощью наземного сегмента и использования одновременно спутниковых систем американской системы GPS может довести точность определения координат до 20—30 сантиметров). В настоящее время разрабатывается программа по развитию системы ГЛОНАСС на период до 2020 года.

Точность измерений по микроволновым стандартам приближается к своему пределу в рамках используемой технологии, поэтому разработкой оптических стандартов последние несколько лет занимаются также в Европе и в США (в частности, для навигационных спутниковых систем GPS и Galileo). Учёные из Института лазерной физики СО РАН активно участвуют в международном проекте с Национальным институтом метрологии в Германии.

Возможности лазерного излучения могут иметь немало технологических применений. Это, разумеется, не только гражданские технологии, но и военные. В институтах СО РАН осуществлены такие разработки как лазерная сварка, упрочнение, разделка сложных деталей, лазерная резка, лазерно-плазменные методы нанесения нанопокровов с созданием особых структур, причём не только на поверхности различных материалов, но и на готовые изделия — двигатели, транспортные системы, транспортные узлы. Это сегодняшний день лазерной физики и её практических применений. Происходит переход от макрообъектов в наномасштаб. Это позволяет расширить наши познания атомного, молекулярного мира и использовать их в нужных нам целях.

Академик С.Н. Багаев подчеркнул, что необходимо донести до руководства РАН и страны следующее: во-первых, лазерная физика в Сибирском отделении, несмотря на известные экономические трудности, живёт и развивается. Лазерная тематика в научных исследованиях с каждым годом получает всё более широкое распространение, лазер как метод научного познания играет всё большую роль в смежных направлениях физики, с его помощью проводятся исследовательские работы в биологии, медицине и т.д., а лазерные технологии могут и должны быть одной из приоритетных ветвей в инновационном развитии промышленности России.

Ольга Савельева, «НВС»
Фото В. Новикова

Сибирь-Татарстан: партнёры по науке

На прошлой неделе Новосибирск посетила правительственная делегация Республики Татарстан во главе с недавно избранным президентом Рустамом Нургалиевичем Миннихановым, состоящая из министров культуры, информатизации и связи, промышленности и торговли, президента Академии наук, ректора Казанского (Приволжского) федерального университета, проректоров Казанского государственного технического университета, Казанского государственного технологического университета и руководителей ведущих компаний республики.

Сотрудничество между Новосибирской областью и Татарстаном было налажено более 10 лет назад и с тех пор активно развивается. Соглашение о торгово-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве действует с 1999 года.

В ходе визита состоялась поездка в Новосибирск Академгородок, гости побывали в Выставочном центре СО РАН, Технопарке и ИК. Между СО РАН и Республикой Татарстан были подписаны Соглашение о научно-техническом сотрудничестве и Программа научно-технического сотрудничества в области химии, нефтехимии и экологии.

Подписание состоялось в Выставочном центре СО РАН. Первым перед церемонией подписания выступил академик Р.З. Сагдеев: «Отношения научной общности и власти очень важны для обеих сторон, я знаю, что в Татарстане они всегда были ува-

жительными», — отметил он.

«Сибирское отделение постоянно на слуху, у нас всегда было желание приехать сюда и посмотреть на всё своими глазами», — сказал Р.Н. Минниханов. — Татарстан — нефтехимическая республика, мы не можем развиваться без внедрения научных достижений, поэтому нам необходимы научные контакты в этом направлении. Мы считаем, что Казанский научный центр должен более активно взаимодействовать с Сибирским отделением. Мы тоже создаём технопарк, хотим, чтобы наука интегрировалась с бизнесом, но, как говорится, «колхоз создали, а колхозников нет»: нужно готовить кадры, исследовательские базы, а это долгий процесс. Компании хотели бы, чтобы всё было как в магазине — отдали деньги и сразу получили результат, прибыль. Но с научным внедрением так не получится, нужно время. С Сибирским отделением у нас давние связи, есть серьёзные совместные перспективы, мы хотим начать с этого соглашения, чтобы в будущем наладить сотрудничество по другим направлениям — надо связывать наши научные центры более тесно».

«Нужно использовать конкурентные преимущества вашей республики и нашей области, а не дублировать направления, не терять ресурсы», — заметил губернатор Новосибирской области В.А. Юрченко, с чем Р.Н. Минниханов согласился: «У нас очень много сил уходит на дублирование, а можно объединить усилия, в том числе в части на-

учных разработок. Должно быть разделение труда. Единственное, о чём мы сожалеем — раньше нужно было сюда приехать. Я надеюсь, что вы отдадите нам долг за Лаврентьева», — пошутил президент.

И действительно, Академгородок и СО РАН многое связывает с Казанью. Там прошли молодые годы академика М.А. Лаврентьева, академик А.А. Трофимук открыл в Татарстане нефть, в Казани жили академики Р.З. Сагдеев и В.М. Фомин, а академик В.Н. Пармон чуть не поступил в Казанский университет. «У меня тоже есть некая ниточка, связывающая меня с Казанью», — сказал Валентин Николаевич. — В 1966 году я участвовал во Всесоюзной химической олимпиаде, получил второе место, и академик В.Е. Арбузов готов был принять меня без экзаменов в Казанский государственный университет. Но, к сожалению, я поступил в Московский». «Приглашение в силу, вы еще можете им воспользоваться», — улыбнулся президент Минниханов.

«Научные связи у нас многочисленные, — продолжил академик, — налажено взаимодействие между университетами (совместная кафедра в Казанском государственном технологическом университете, совместная лаборатория в Казанском федеральном университете). Реноме Татарстана в области нефтехимии в России — самое высокое, видны наиболее серьёзные подвижки и чувствуется государственная координирующая рука».

Правда, я бы хотел обратить внимание на возможную неправильную трактовку одного из направлений модернизации экономики страны, обозначенных Президентом РФ, которое звучит как «энергоэффективность и энергосбережение». Многие считают, что это призыв к снижению потребления энергии. На самом деле, речь идет о количестве произведенной продукции на единицу затраченной энергии. Пока мы будем работать по наиболее энергоемким первому и второму переделу, будем отставать от Запада».

«Да, — подтвердил Р.Н. Минниханов, — понимают зачастую неправильно. Завод закрыли, энергию не потребляем — экономия налицо. Ещё несколько лет назад мы в основном торговали, сейчас налаживаем производство. Передел полимеров — это огромная ниша для среднего и малого бизнеса».

Мы считаем, что нужно развивать производство. Нефтяная труба — это хорошо, но, чтобы быть наравне с Западом, нужно научиться производить и конечные продукты».

Затем состоялось подписание соглашения. Гости посетили выставку достижений СО РАН, и президент Р.Н. Минниханов оставил запись в Книге отзывов почётных посетителей: «Огромная благодарность! Будем дружить! Для Татарстана очень важно иметь партнеров по науке».

Е. Садыкова, «НВС»