

## ИНФОРМАЦИЯ

**В.Е. Привалов, М.А. Казарян, М.Ф. Сэм, Г.С. Евтушенко**

### **ЛАЗЕРЫ НА ПАРАХ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

**(хроника 1998 г.)**

Ростовский госуниверситет (РГУ) в 12-й раз собрал специалистов по лазерам на парах металлов (ЛПМ), на этот раз в 20 км от Новороссийска на берегу Черного моря вблизи поселка Дюрсо (информация о предыдущем симпозиуме 1996 г. дана в журнале «Оптика атмосферы и океана». 1998. Т. 11. N 2–3. С. 303–305). Время проведения – традиционное для этих симпозиумов – 22–26 сентября, разгар бархатного сезона. Впрочем, свободного времени для отдыха у участников было немного. В программу симпозиума было заявлено 59 докладов из научных коллективов Ростова-на-Дону, Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Новороссийска, Фрязино, Новосибирска, Томска, Обнинска, Радужного.

Симпозиум открыл председатель оргкомитета профессор РГУ М.Ф. Сэм. Дав краткую характеристику работ по ЛПМ за прошедшие два года, он предоставил слово первому докладчику – профессору В.Е. Привалову (Балтийский ГТУ, Санкт-Петербург). В своем докладе «Компьютерный атлас линий поглощения йода (полоса  $B-X$ ) и его использование для лазеров на парах металлов» В.Е. Привалов напомнил о трех определениях единицы длины – метра – с 1799 по 1983 г., рассказал об эволюции метра на пути к естественному эталону, о пяти эталонных длинах волн, действующих на сегодняшний день, четыре из которых стабилизированы по насыщенному поглощению в йоде. Реальная же потребность сегодняшнего и тем более завтрашнего дня – десятки – сотни реперов частоты в видимом диапазоне спектра. На конкретных примерах было показано, что именно ЛПМ способны удовлетворить эту потребность. Кратко были даны параметры атласа линий поглощения йода: почти миллион линий в спектральном диапазоне (0,4–0,83 мкм), с точностью до восьмого знака. Атлас размещается на двух стандартных дисках 3,5 дюйма.

С обзором «Лазеры на парах металлов. Перспективы повышения кпд» выступил А.А. Исаев (ФИ РАН, Москва). Он дал анализ причин, ограничивающих кпд, высказал свои соображения о способах его повышения до 10%, указав, что лучшие значения кпд (на сегодня) достигнуты в экспериментах иностранных ученых (Литтл, Саботинов). Этот доклад, естественно, вызвал много вопросов, переросших в дискуссию. Более того, А.Н. Солдатов (ТГУ, Томск) отметил, что физический кпд 9% был достигнут в 80-е годы, а реальный 3% в 70-е годы в работах томских ученых (Солдатов, Федоров, Бохан и др.).

На предыдущем симпозиуме было много докладов по ядерной накачке ЛПМ. В программу данного симпозиума также было заявлено пять докладов, но состоялся лишь один: Ю.Н. Новоселов, В.В. Уварин «Использование микросекундного электронного пучка для экспериментального моделирования ядерной накачки He–Cd-лазера», поскольку другие докладчики не смогли приехать в связи с трудной финансовой ситуацией.

Первый из ростовских докладов назывался «Исследование импульсных лазеров на парах металлов с катафорезной прокачкой активных атомов» (авторы Г.Д. Чеботарев, А.В. Васильченко и Е.Л. Латуш). Г.Д. Чеботарев сообщил об экспериментах с He–Cd- и He–Sr-лазерами. Авторами показано, что катафорез интенсивнее идет в трубках малых диаметров (3–6 мм). Высокая скорость прокачки обеспечивает однородность активной среды (рабочие переходы 0,5337 и 0,5378 мкм в парах кадмия, частота следования импульсов генерации 5–10 кГц, мощность излучения 2 мВт; 0,4395 мкм в парах стронция, частота следования 25–50 кГц, средняя мощность излучения до 500 мВт).

Доклад (авторы К.И. Земсков, А.А. Исаев, С.В. Маркова, Г.Г. Петраш) «Влияние отрицательных ионов на кинетику разряда и возбуждения в импульсных лазерах на парах металлов» (ФИ РАН, Москва) сделал А.А. Исаев. В этом докладе развивается интересная гипотеза о влиянии отрицательных ионов HBr, возникающих в разряде бромидного (CuBr)- и гибридного (CuHvBrID)-лазеров, на параметры генерации.

В докладе Г.С. Евтушенко, В.Б. Суханова, В.Ф. Федорова, Д.В. Шиянова (ИОА СО РАН, Томск) «Сравнительные характеристики Cu- и CuBr-лазеров при высоких частотах следования импульсов накачки (более 100 кГц)», представленный Г.С. Евтушенко, показано, что максимально достижимые частоты следования импульсов генерации для лазера на парах бромида меди оказываются выше, чем для лазера на парах чистой меди. Максимальное значение частоты повторения составило 300 кГц, отмечено также, что оно не является предельным.

Доклад Р.Н. Веремьева, Э.И. Ворониной, В.Г. Шеманина (Филиал КубГТУ, Новороссийск) «Лидарная система с лазером на парах меди для контроля аварийных выбросов углеводородов в атмосферу» сделал от имени авторов В.Г. Шеманин. В докладе были представлены результаты расчета параметров лидара на основной длине волны (0,510 мкм) и второй гармонике желтой линии лазера на парах меди (0,289 мкм) для контроля концентрации метана и бензола в атмосфере. Показана возможность регистрации выбросов на расстояние до 5 км.

Два доклада представил в первый день работы симпозиума М.А. Казарян (ФИ РАН, Москва). В первом из них (авторы В.В. Бучанов, М.А. Казарян) «Теоретические исследования характеристик ультрафиолетовой генерации на ионах меди в протоке» указано на возможность получения непрерывной генерации в области 0,25 мкм на ионах меди в протоке газа. Расчеты свидетельствуют, что в такой системе возможно получение генерации с хорошими выходными параметрами (плотность мощности до 5 Вт/см<sup>2</sup>, при кпд – единицы процентов). В следующем докладе: С.Е. Скипетров, В.В. Чесноков, С.Д. Захаров, М.А. Казарян, Н.П. Коротков, В.А. Щеглов «Рассмотрение эффекта лазерного ускорения расщепителей в за-

даче о многократном рассеянии света в случайно-неоднородной среде», проведено теоретическое рассмотрение задачи многократного рассеяния на ускоренных микронных частицах.

Представитель ГНПП «Исток» (Фрязино) Н.А. Лябин сделал три сообщения: 1. «Промышленные разработки лазеров на парах меди», авторы М.С. Доманов, Н.А. Лябин, М.Е. Королева, С.А. Угольников. В докладе были подробно изложены технические и эксплуатационные характеристики промышленно выпускаемых лазеров, со средней мощностью от 1 до 100 Вт и ресурсом до 1000 ч. Отмечено, что объем продаж вырос с 1994 г. в 5 раз и составил более 100 приборов в год. Большая часть их идет за рубеж, где производство отпаянных активных элементов ЛПМ только налаживается. 2. «Исследование модернизированных лазеров на парах меди и золота» (Н.А. Лябин, А.Д. Чурсин). 3. «Применение лазеров на парах меди для обработки изделий микроэлектроники» (Л.Л. Бетина, В.М. Жариков, Н.А. Лябин). В этих докладах были представлены результаты использования ЛПМ.

Доклад А.А. Исаева, Ю.С. Леонова, А.И. Мошкунова «Источники мощного УФ- и ВУФ-излучения на основе лазера на парах меди» (докладчик А.А. Исаев) обращает внимание специалистов на возможность получения коротковолнового излучения при наличии мощного лазера на парах меди (средняя мощность 100 Вт). Жестко сфокусировав такой пучок на мишене (либо на плазме), при этом плотность мощности в сфокусированном пучке достигнет  $10^{12}$  Вт/см<sup>2</sup>, можно получить рентгеновское излучение с кпд порядка 1% и УФ- и ВУФ-излучение с кпд 10%.

В докладе Н.В. Бурдастых, Г.А. Калинин, И.Г. Иванова (докладчик И.Г. Иванов, РГУ) «Моделирование процессов создания инверсии на ионных переходах в ОС РПК двух- и трехкомпонентных смесях» (И.Г. Иванов, РГУ) приведены результаты по одновременной генерации на линиях криптона (0,469 мкм) и ртути (0,615 и 0,794 мкм) в смеси He-Kr-Hg.

М.М. Маликов, В.Т. Карпунин (ИВТ РАН, Москва) в докладе «Нелинейное преобразование частоты лазера на парах меди в сфокусированном и параллельном пучках» показали, что параллельный пучок оказывается вдвое эффективнее сфокусированного для преобразования частоты ЛПМ, по крайней мере при использовании кристалла DKDP. Отвечая на вопросы, М.М. Маликов заметил, что при использовании кристалла ВВО результаты могут быть иные.

Объединенный доклад от Томского госуниверситета сделал А.Н. Солдатов, представив результаты многолетних исследований и разработок лазеров на парах металлов для различных применений, в первую очередь в медицине. Он отметил, что томским ученым принадлежит ряд пионерских результатов: по частоте следования импульсов генерации ЛПМ, удельной мощности генерации с единицы объема активной среды, кпд. Рассматривая медицинские применения лазера на парах меди, докладчик отметил, что излучение данного лазера снимает послеоперационные осложнения, тормозит рост опухолей и процесс метастазирования при лечении онкологических больных.

Еще три доклада подготовили томские ученые: В.Е. Прокопьев, Н.А. Юдин, В.М. Клишкин «Особенности оптогальванического эффекта в импульсных лазерах на парах металлов»; В.Е. Прокопьев, Н.В. Васильев, В.Б. Суханов, В.Ф. Федоров «Лазерный фазово-контрастный проекционный микроскоп»; В.Е. Прокопьев, С.П. Селиванов «Фотодинамическая диагностика и терапия рака мочевого пузыря с помощью АЛА». Наибольший интерес слушателей вызвало последнее сообщение, в котором докладчик (Прокопьев В.Е.) сравнил развиваемые авторами методы с традиционными, поделился опытом работы лазерных систем в операционной.

В докладе Е.Л. Латуша, Г.Д. Чеботарева, В.И. Канавалова (докладчик Е.Л. Латуш, РГУ) «Исследование процессов перезарядки молекулярных ионов гелия на атомах стронция в активной среде рекомбинационного лазера на парах стронция» отмечено, что рост давления в HeSr-лазере увеличивает мощность излучения. Важную роль играет конверсия атомарных ионов гелия в молекулярные, с последующей перезарядкой молекулярных ионов гелия на атомах стронция. В докладе предложен метод измерения сечения реакции перезарядки и найдено указанное значение –  $1,6 \cdot 10^{-14}$  см<sup>2</sup>.

Ряд докладов на симпозиуме был посвящен системам отображения информации: М.А. Казарян, С.В. Кружалов, Ю.М. Мокрушин, В.А. Парфенов (ФИ РАН, Москва) «Применение импульсных лазеров на парах металлов для получения цветного ТВ-изображения на большом экране»; К.И. Земсков (ФИ РАН, Москва) «Новая система проекционного ТВ с усилителем на парах меди»; В.В. Вайнер, С.П. Зинченко, И.Г. Иванов, С.В. Орлов (РГУ) «Лазерная установка для формирования графических изображений большого масштаба векторным способом». Более подробно вопросы применения ЛПМ были рассмотрены за «круглым столом», который завершал работу симпозиума. Заседание «круглого стола» открыл М.Ф. Сэм, напомнив об основных результатах исследования и разработок ЛПМ начиная с 1965 г., обратив особое внимание на множество приложений (медицина, разделение изотопов, спектроскопия, микроэлектроника, зондирование атмосферы и гидрооптика, усилители яркости и проекционные системы). Завязавшаяся дискуссия, в которой выступили В.Е. Привалов, М.А. Казарян, А.Н. Солдатов, А.А. Исаев, Е.Л. Латуш, позволила детальнее раскрыть проблемы приложений ЛПМ.

В заключение «круглого стола» было сделано несколько объявлений: о предстоящих в 1999 г. конференциях в Санкт-Петербурге и Томске по лазерам и их применению (подробная информация у В.Е. Привалова: e-mail: root@ssav.spb.su и Г.С. Евтушенко: e-mail: qel@asd.tomsk.su, <http://symp.iao.ru>, а также о новой книге по ЛПМ: В.М. Батенин, В.В. Бучанов, М.А. Казарян, И.И. Климовский, Э.И. Молодых «Лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов».

Участники семинара были едины в желании провести следующий семинар в сентябре 2000 г. с более широким привлечением молодых сотрудников и аспирантов.