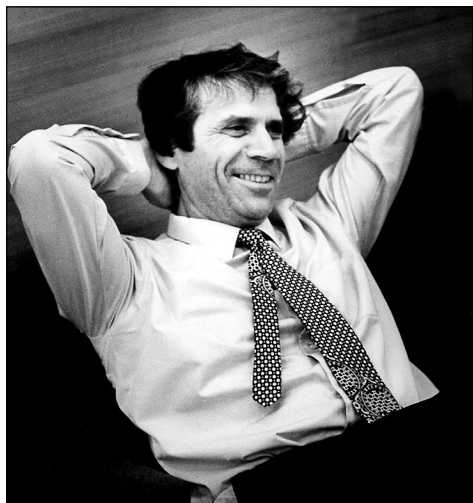


ЮБИЛЕЙ ИНСТИТУТА

Плазма, фемтосекунды и

7 мая в Доме учёных СО РАН состоялось торжественное собрание, посвящённое 20-летию Института лазерной физики. Постановление о его создании было принято Президиумом Сибирского отделения АН СССР 27 марта 1991 года. Накануне юбилея в институте высадили журналистский десант «НВС».



Институт создавался на базе двух отделов — Отдела лазерной физики (рук. В.П. Чеботаев) Института теплофизики и Отдела физики плазмы и космического моделирования (рук. А.Г. Паномаренко) Института теоретической и прикладной механики. В настоящий момент в ИЛФ СО РАН работает около 250 человек.

— Несмотря на то, что институту исполняется только 20 лет, свою историю мы ведем с более раннего срока, — рассказывает **Владимир Иванович Денисов**, заместитель директора ИЛФ по науке. — В 1962 году был создан первый лазер в Сибири. Произошло это в Институте радиопрофики и электроники Сибирского отделения АН СССР. Революционное открытие было сделано группой, состоящей из молодых физиков — Ю.В. Коломникова, Г.В. Кривошекова, Ю.В. Троицкого. Директором ИРЭ был в то время профессор Юрий Борисович Румер.

С момента зарождения и последующие годы работа Отделения лазерной физики была направлена на решение новых задач лазерной физики и квантовой электроники. Вообще, история коллектива до 1991 года насыщена открытиями и изобретениями. Наиболее важным результатом является наш вклад в создание нового направления спектроскопии — нелинейной лазерной спектроскопии сверхвысокого разрешения — и её фундаментальные применения. Наши работы в области прецизионной лазерной метрологии, лазерных стандартов частоты были широко известны во всем научном мире. А в 1981 году мы первыми в мире создали оптические лазерные часы.

Мы гордимся нашими разработками и исследованиями в области лазерной биомедицины, в изучении влияния факторов ближнего космоса на космические аппараты, созданными нами лазерными технологиями для промышленности и т.д.

В 90-е годы, уже на базе созданного института, мы продолжили все эти исследования, и сейчас, подводя итоги, мы можем гордиться достижениями и за прошедшее двадцатилетие. Так, например, в прессе много говорилось и о фемтосекундных оптических часах, и о применении лазеров в промышленности, и о лазерных медицинских установках. Однако нам бы хотелось донести до читателя информацию и о других наших открытиях и разработках. Поэтому представляем вашему вниманию три лаборатории института (хотя их несравнимо больше, и каждая, безусловно, заслуживает отдель-

го материала в газете).

Вот что рассказал нашему корреспонденту заведующий лабораторией мощных непрерывных лазеров ИЛФ СО РАН (старейшей лабораторией института) **Геннадий Николаевич Грачёв**:

— Основные направления НИР лаборатории мощных непрерывных лазеров связаны с исследованиями по созданию мощных CO₂ лазеров с управляемыми характеристиками излучения, лазерной плазмы оптического пульсирующего разряда в скоростных потоках газа или на поверхности, лазерными и лазерно-плазменными технологиями.

Многолетняя разработка методов управления характеристиками излучения позволила создать многофункциональный трёхкиловаттный CO₂ лазер, который может генерировать как в непрерывном режиме, так и в импульсно-периодическом, причем с частотой от единиц килогерц до десятков и даже сотен. Представьте себе, 120 тысяч лазерных импульсов за одну секунду! Можно изменять частоту следования, длительность и форму импульса, а главное — получать импульсные мощности в десятки-сотни раз больше, чем в непрерывном режиме. Кроме того, он может перестраиваться по спектру генерации CO₂ молекулы, это более 70 спектральных линий в полосах от 9 до 11 микрон. Кроме одночастотных вариантов перестройки спектральной линии, нами разработаны схемы, позволяющие получать одновременную двухволновую генерацию в одном резонаторе, причем как на соседних спектральных линиях, так и разнесённых, то есть из разных ветвей и полос спектра.

Широкие возможности управления характеристиками излучения открывают новые направления и сферы применений мощных CO₂ лазеров, которые мы активно развиваем в кооперации с другими лабораториями ИЛФ и рядом институтов СО РАН, а именно: — высокопроизводительные лазерно-плазменные нанотехнологии износостойкой модификации поверхности металлов и сплавов, синтеза защитных (износостойкоустойчивых) и функциональных (сверхтвёрдых, ударопрочных) покрытий на металлах, плазмохимического синтеза наночастиц полупроводниковых оксидов металлов для керамики, газовых сенсоров и катализа (совместно с Институтом неорганической химии и Институтом химической кинетики и горения);

— аэрофизические эффекты взаимодействия лазерной плазмы с потоком газа (в том числе для перспективных схем лазерных ракетных двигателей), а также применения лазерной плазмы и импульсно-периодического излучения для инициации и исследования процессов горения (совместно с Институтом теоретической и прикладной механики);

— исследование процессов генерации субмиллиметровых лазеров при мощной оптической накачке.

Кроме перечисленных, отмечу основные направления потенциальных применений:

— комбинированные лазерно-плазменные и молекулярно-пучковые нанотехнологии получения полупроводниковых гетеросистем с многозонной структурой для новой элементной базы электроники и высокоэффективных преобразователей солнечной энергии (готовятся эксперименты совместно с Институтом физики полупроводников);

— лазерно-химические технологии, основанные на резонансном двухволновом многофотонном возбуждении или диссоциации, ионизации молекул, включая технологии лазерного разделения изотопов;

— создание комплексных лазерных стан-

ций с радиусом действия в десятки километров для экологического мониторинга и контроля движения облаков (в т.ч. загрязняющих) атмосферы городов-мегаполисов или крупных аэропортов, а также для локализации движения самолетов и измерения сейсмических колебаний искусственных сооружений.

И, наконец, кажущиеся фантастическими, но не лишённые оснований перспективы применений мощных CO₂ лазерных систем и лазерной плазмы для создания инжекторов дейтерий/тритиевой плазмы в установках управляемого термоядерного синтеза и уничтожения космического мусора действием приповерхностной лазерной плазмы.

Рассказывает ведущий научный сотрудник лаборатории физики лазеров сверхкоротких импульсов, кандидат физико-математических наук **Владимир Иванович Трунов**:

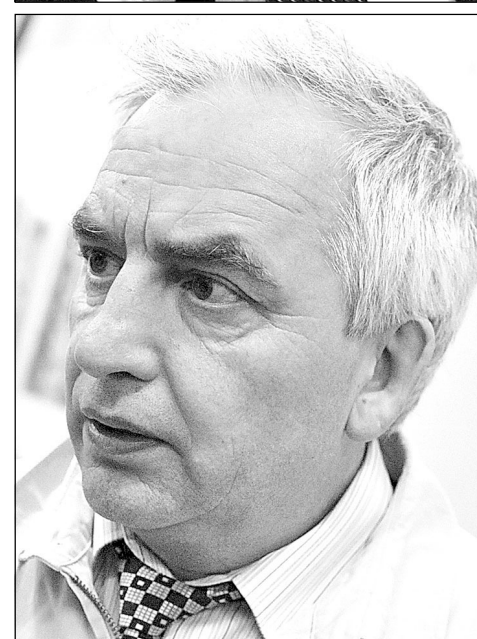
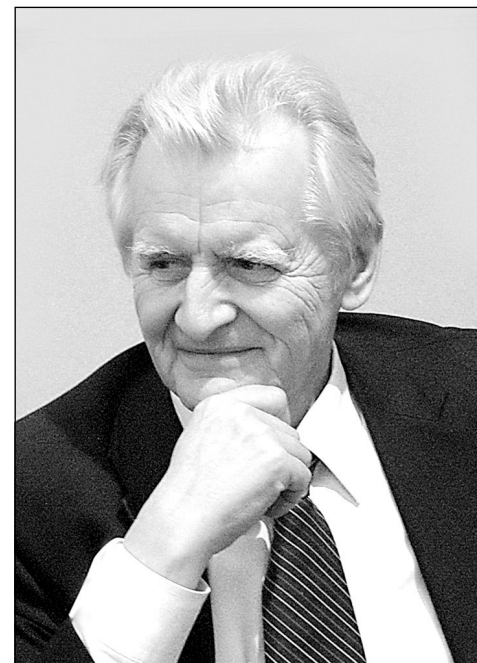
— Лаборатория физики лазеров сверхкоротких импульсов находится в составе Института лазерной физики с 1998 года. В штате 10 человек, но в рамках проектов разного уровня к работе привлекаются сотрудники из других лабораторий института, аспиранты и студенты.

Лаборатория занимается исследованием процессов генерации и усиления лазерных импульсов предельно-короткой длительности видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. За это время были разработаны принципы генерации фемтосекундных (10⁻¹⁵ секунды) импульсов предельно-короткой длительности в оптическом диапазоне и их усиления на основе гибридной схемы, включающей лазерное и параметрическое усиление, и схемы на основе сверхширокополосного параметрического усиления при накачке импульсами пикосекундной (10⁻¹² секунды) длительности. Выполненные в лаборатории исследования создают основу для проведения работ по генерации сверхмощных фемтосекундных лазерных импульсов.

В настоящее время в ведущих мировых научных центрах активно ведутся работы по созданию лазерных систем с пиковой мощностью петаваттного уровня, среди которых NOVA (Ливерморская лаборатория, США), Vulcan (Резерфордская лаборатория, Великобритания) и ряд других. С использованием лазерных систем такого уровня мощности достигнуты пиковые интенсивности порядка 10²¹—10²² Вт/см². Стоит задача достижения интенсивностей на уровне 10²⁵—10³⁰ Вт/см².

Какой это представляет интерес для научных исследований? Если условно разделить лазерные системы по интенсивности, то значение 10¹⁸ Вт/см² называют релятивистской интенсивностью, так как при таких интенсивностях электрон в поле световой волны приобретает скорость, близкую к скорости света. Интенсивности на уровне 10²⁵ Вт/см² определяют как ультра-релятивистские, при которых протоны в поле световой волны также достигают релятивистских скоростей.

Достижение интенсивностей на уровне 10²⁵ Вт/см² позволит проверить основы квантовой электродинамики, которая предсказывает при таких интенсивностях возможность наблюдения эффектов, связанных с поляризацией вакуума и его нелинейно-оптическими свойствами. Вакуум перестает быть изотропным, его параметры начинают зависеть от направления распространения излучения. При дальнейшем увеличении интенсивности до 10³⁰ Вт/см² возможно рождение электрон-позитронных пар из вакуума. Такой уровень интенсивностей называют швингеровским пределом.



Значительный интерес представляет реализация режима генерации рентгеновского и гамма излучения фемтосекундной длительности, что позволит в реальном масштабе времени диагностировать структуру нанообъектов, динамику их преобразования, ход химических реакций. Т.е. может быть реализована 4-D диагностика: пространственная 3-D — с нанометровым разрешением по трём координатам и временная, с фемтосекундным, и в дальнейшем с аттосекундным (10⁻¹⁸ секунды) разрешением.

К примеру, пол-аттосекунды — это характерное время перехода электрона с орбиты на орбиту в атоме водорода. Создание источников аттосекундных импульсов может позволить продвинуться в решении проблемы генерации еще более коротких импульсов — зептосекундных (10⁻²¹ секунды). При реализации импульсов зептосекундной длительности станет возможным исследование динамики внутриядерных возбуждений, реакций синтеза и деления ядер.

