

# МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ: ЕЖЕГОДНИК 2001

## Международный Учебно-Научный Лазерный Центр МГУ им. М.В.Ломоносова

### Общие сведения

Международный учебно-научный лазерный центр МГУ (МЛЦ МГУ) был создан в 1989 г. по инициативе выдающегося ученого, профессора Московского университета С.А. Ахманова. Это одно из самых авторитетных междисциплинарных подразделений Московского университета, занимающееся организацией исследований на стыках лазерной физики и других естественных наук — биологии, химии, медицины, экологии, а также обучением и переподготовкой специалистов, уже имеющих высшее образование. Деятельность МЛЦ МГУ как бы перебрасывает мостик между фундаментальными исследованиями в области лазерной физики и нелинейной оптики и прикладными исследованиями с применением лазерных методов в биологии, медицине, химии и в других науках.

Организационно и структурно МЛЦ МГУ является самостоятельным подразделением Московского университета, имеющим, согласно Уставу МГУ, права отдельного факультета или научно-исследовательского института. В своей деятельности МЛЦ МГУ широко использует международную кооперацию, привлекает иностранных ученых для проведения совместных научных исследований, чтения лекций, проведения семинаров. Осуществляется переподготовка и иностранных специалистов. В масштабах России МЛЦ МГУ координирует проведение крупных междисциплинарных научно-технических программ и проектов в области лазерной физики и нелинейной оптики. При этом МЛЦ МГУ сам является активным участником и соисполнителем многих программ, организатором крупных Международных конференций и школ.

### Структура центра

Высшим руководящим органом МЛЦ МГУ является научно-методический Совет. Текущее руководство деятельностью центра осуществляется директором в лице директора центра и четырех его заместителей по научной работе и международному сотрудничеству, учебной работе, финансовой деятельности и по административной работе. Научно-исследовательская и преподавательская работа ведется в лабораториях:

- интеллектуальных оптических систем;

- роста нелинейно-оптических и лазерных кристаллов;
- нелинейной лазерной спектроскопии;
- твердотельных лазеров;
- сверхбыстрых процессов в биологии;
- КБ уникального лазерного приборостроения с опытным производством;
- лингвострановедения.

### Наука

В 2001 г. МЛЦ МГУ проводил научные работы по следующим основным направлениям:

- Исследования в области физики лазеров оптического, ультрафиолетового и более коротковолнового диапазонов;
- Разработка новых лазерных систем и принципиально новых подходов к решению задач контролируемого воздействия лазерного излучения на свойства вещества и материалов;
- Исследование физических процессов в химических и биологических объектах, разработка новых лазерных технологий и новых методов контроля параметров технологических процессов;
- Разработка новых нелинейно-оптических материалов и активных сред для лазеров нового поколения, обеспечивающих генерацию лазерного излучения с управляемыми спектральными, амплитудными, временными, пространственными и поляризационными характеристиками, в том числе лазеров, генерирующих импульсы предельно короткой длительности и сверхвысокой интенсивности;
- Разработка физических основ квантово-информационных технологий.

Научная работа проводилась в рамках государственных научно-технических программ “Фундаментальная метрология”, “Физика квантовых и волновых явлений” и “Физика твердотельных наноструктур” — всего 27 проектов. МЛЦ МГУ является исполнителем исследований по 34-м грантам Российского фонда фундаментальных исследований и 6 гран-

там зарубежных фондов (INTAS, NATO, DFG и VW-Stiftung).

С целью привлечения дополнительного финансирования в МЛЦ МГУ велись работы по контракту с Международным лазерным центром г. Братиславы (Словакия). Настоящая фаза работ характеризуется началом совместных исследовательских проектов в рамках выполняемого контракта.

По результатам выполняемых в МЛЦ МГУ научных исследований было опубликовано 121 статья в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, сделано 315 докладов на российских и международных конференциях. В эти исследования активно вовлекались студенты различных факультетов МГУ — они стали авторами и соавторами более чем 70 статей и докладов. В 2001 г. 5 студентам физического факультета МГУ, работающим по договорам с МЛЦ МГУ, были присуждены стипендии им. Леонарда Эйлера по линии ДААД (Германия) в рамках сотрудничества между МЛЦ МГУ и Институтом прикладной физики университета г. Бонн (Германия).

Ниже приведены основные научные достижения МЛЦ МГУ за 2001 г.

## **1. Фундаментальные проблемы лазерной физики и нелинейной оптики**

Экспериментально зарегистрирована генерация гигантской третьей гармоники в одиночных и связанных микрорезонаторах на основе фотонных кристаллов из пористого кремния. Показано, что усиление в окрестности резонаторной моды достигает более чем  $10^3$ . Обнаружена генерация магнитоиндуцированной второй гармоники в магнитных фотонных кристаллах. Развита теория нелинейно-оптических процессов при неколлинеарном взаимодействии импульсов когерентного излучения в фотонных кристаллах, значительно увеличивающем эффективность процессов нелинейно-оптического преобразования импульсов. Выполнен анализ оптических свойств микро- и наноструктурированных волокон, имеющих форму двумерного фотонного кристалла. Они имеют фотонную запрещенную зону в области частот, характерных для фемтосекундных лазеров на сапфире с титаном и форстерите, при условии использования в качестве оболочки волокна двумерной периодической структуры с периодом менее 500 нм. Экспериментально продемонстрирована возможность управления свойствами локализации светового поля и управления эффективностью нелинейно-оптических взаимодействий сверхкоротких лазерных импульсов в дырчатых

волноводах за счет изменения структуры волнока.

Проанализированы квазисинхронные трехчастотные и последовательные волновые взаимодействия световых волн в активно-нелинейной среде с регулярной доменной структурой, находящейся внутри резонатора: процессы квазисинхронного самоудвоения, самоделения частоты пополам, сложения частот с участием волны накачки и квазисинхронного последовательного параметрического преобразования частоты вверх.

Усовершенствована технология роста нелинейных кристаллов  $Y:Mg:LiNbO_3$  и активно-нелинейных РДС-кристаллов  $Nd:Mg:LiNbO_3$  по методу Чохральского. Расчеты показывают, что в частично дейтерированных кристаллах СДА возможна реализация группового синхронизма для генерации второй гармоники излучения хром-форстеритового лазера и, соответственно, вырожденной параметрической генерации. Выращены кристаллы СДА с различной степенью дейтерирования, проведены экспериментальные исследования генерации второй гармоники излучения фемтосекундного хром-форстеритового лазера. Выращены и исследованы кристаллы трибората цезия. Проведены измерения спектральной ширины синхронизма ГВГ в широком диапазоне длин волн.

Разработана стохастическая модель филаментации мощных фемтосекундных лазерных импульсов в турбулентной атмосфере. Показано, что генерация конической эмиссии суперконтинуума происходит в результате самомодуляции фазы светового поля импульса, которое развивается в пространстве и времени в условиях сильной оптической нелинейности высоко локализованного излучения. Впервые численно исследована задача о филаментации мощного лазерного импульса, в которой воспроизведено реальное изменение пространственных масштабов пучка.

Методом нестационарной КАРС-спектроскопии измерен импульсный отклик вращательного перехода  $S_0(1)$  водород. Динамический диапазон измеренных откликов составлял не менее  $10^2$ . Впервые наблюдался переход от доплеровской дефазировки к столкновительной для молекул  $H_2$  в чистом водороде и в буферных газах He и  $CO_2$ . Экспериментально зарегистрировано увеличение скорости дефазировки в области одновременного проявления столкновительных изменений фазы и скорости, что свидетельствует о статистической зависимости этих процессов.

Предложена новая методика трехмерной микроскопии, основанная на генерации третьей гармоники (ГТГ). Показано, что данный метод является не только способом визуализации

ции границы раздела между средами с различными показателями преломления, но может быть также использован для микроскопии неоднородностей пространственного распределения линейных и нелинейно-оптических параметров среды. Выполнены эксперименты по трехмерной микроскопии плазмы.

## **2. Физические основы лазерных технологий**

В отчетный период продолжалось выполнение второй очереди Контракта между МЛЦ МГУ и Международным лазерным центром Братиславы (МЛЦБ), Словацкая Республика в соответствии с Соглашением между Правительством Российской Федерации и Правительством Словацкой Республики “Об урегулировании задолженности бывшего СССР и РФ перед Словацкой республикой”. Разрабатываемый комплекс оборудования предназначен исключительно для научных и образовательных целей и служит базой для развития совместных российско-словацких исследований в области лазерной физики. В рамках выполнения Контракта разработаны концепция и стратегия развития МЛЦБ, которые предполагают развитие и продвижение ряда новых перспективных научных направлений, а также технологических разработок с целью создания наукоемких коммерческих продуктов. Развиваемые направления структурно объединены в несколько лабораторий: лабораторию лазерной спектроскопии и микроскопии; лабораторию лазерных биомедицинских технологий; лабораторию лазерной метрологии, голографии и диагностики окружающей среды; лабораторию лазерного напыления и анализа элементного состава вещества; лабораторию лазерных демонстраций и метрологического контроля параметров лазерного излучения; лабораторию информационных технологий; учебную лабораторию.

Создан фемтосекундный хром-форстеритовый лазер с накачкой излучением волоконного итербиевого лазера. Исследованы и оптимизированы режимы его работы. Получена стабильная генерация излучения с длительностью импульса 50 фс и средней мощностью генерации 200 мВт (частота повторения — 100 МГц). С учетом дисперсионных и нелинейных свойств кристаллов проведен расчет параметров преобразователей частоты излучения лазера для получения второй, третьей, четвертой и пятой гармоник. Выращены кристаллы трибората лития, проведены экспериментальные исследования по генерации второй гармоники фемтосекундного излучения хром-форстеритового лазера для различных ориентаций кристалла. Выбраны направления, в которых реализуется режим генерации близкий к групповому синхронизму. Проведен численный анализ параметрического усиления

в различных кристаллах с целью получения фемтосекундного излучения в диапазоне 2–10 мкм. Предложена новая схема компенсации дисперсии активного элемента хром-форстеритового лазера.

Исследовано влияние структуры и физических свойств материала мишени на эффективность создания структурированных мишеней при лазерной модификации поверхности. В численном эксперименте показана возможность генерации пикосекундных нейтронных импульсов при использовании модифицированных мишеней твердотельной плотности. Рассмотрены особенности взаимодействия сверхкоротких лазерных импульсов с твердотельными модифицированными мишенями. Экспериментально показано, что применение таких мишеней увеличивает температуру горячих электронов плазмы. Исследована пространственно-временная структура ионного тока плазмы. Исследован зарядовый состав ионных токов плазмы. Впервые зарегистрированы отрицательные ионы, формирующиеся при разлете фемтосекундной лазерной плазмы.

Создана лазерная ультразвуковая система структуроскопии углепластиков при одностороннем доступе к изделию, основанная на лазерном термооптическом возбуждении широкополосных ультразвуковых импульсов в исследуемом объекте и корреляционном анализе рассеянных в объекте ультразвуковых импульсов. Найдена связь между спектральными характеристиками ультразвукового сигнала и пористостью углепластика. С помощью установки можно сделать однозначный вывод о наличии дефектов в структуре углепластика и оценить пористость образца с точностью 1%.

## **3. Лазерная химия, биофизики и биомедицина**

Метод генерации второй гармоники (ГВГ) в поле фемтосекундных лазерных импульсов применен для изучения хиральной поверхности. Предложено использовать металлическую решетку для возбуждения поверхностной электромагнитной волны в неколлинеарной геометрии с целью усиления ГВГ от границы хиральная жидкость–металл до надёжно регистрируемого уровня. Выполнены измерения состояний поляризации ГВГ от двух зеркальных энантиомеров альфа-пинен молекул в зависимости от направления линейной поляризации падающего излучения и оценены значения компонент тензора поверхностной нелинейной восприимчивости.

Направленный лазерный синтез энантиомеров в изотропной рацемической смеси хиральных молекул проанализирован с учетом вращательных степеней свободы молекул. Показано, что хиральность поляризационной

структуры лазерного поля является наиболее общим необходимым условием для лазерной дистилляции изотропной неацемической смеси хиральных молекул с изотропным распределением по углам Эйлера. Предложена и рассчитана экспериментальная схема преобразования изотропной рацемической смеси с использованием трехкомпонентного импульсного лазерного поля.

Выполнены исследования широкополосного фона в спектрах комбинационного рассеяния молекул биологической природы. Показано, что наличие широкой полосы в КР-спектрах водных растворов рибина, агглютина рибина и В субъединицы рибина имеет, по всей видимости, флуоресцентную природу и может быть обусловлено, по крайней мере, одной из двух причин — наличием в образцах примесей, флуоресцирующих только в связанном с молекулой токсина состоянии, или флуоресценцией молекул белка, обусловленной удлинением цепи хромофора вследствие его циклизации или сшивки цепей биополимера, содержащих аминокислотный остаток хромофора. На примере молекулы рибина проведено сравнительное исследование структуры белковых молекул в кристалле и растворе.

Развита теория распространения и рассеяния света в крови и в суспензиях взаимодействующих агрегирующих несферических частиц (эритроцитов). Исследованы поляризационные эффекты при распространении лазерных пучков в таких суспензиях. Разработаны алгоритмы расчета распространения фемтосекундных импульсов в моделях биологических тканей с многократным рассеянием. Проведен расчет распространения лазерно-индуцированного нагрева в живой ткани с образованием некроза и с учетом реактивности кровеносных сосудов. Исследованы кинетика роста и явление самолокализации некроза при наличии опухоли, а также возможность визуализации липидных включений в кровотоке методом флуоресцентной микроскопии.

Разработаны и реализованы быстрые нелинейные алгоритмы решения прямой и обратной задач диффузионной оптической томографии, основанные на приближенном статистическом описании пространственных потоков регистрируемых фотонов. Алгоритмы апробированы на задаче восстановления внутренней структуры сильно рассеивающих и слабо поглощающих (коэффициенты рассеяния и поглощения 1,4 и 0,005–0,015  $\text{мм}^{-1}$  соответственно) модельных объектов большого (до 14 см) размера.

Создана экспериментальная установка для исследования аббераций человеческого глаза в реальном времени с частотой 30 Гц и проведены эксперименты по измерению аббераций *in vivo*. Проведены исследования флуктуаций

аббераций человеческого глаза. Показано, что спектр флуктуаций существенно меняется в случае применения мидриатиков парализующих аккомодацию. Разработанные методики могут найти применение в клинической практике и при разработке новых медикаментов.

#### **4. Получение сверхсильных световых полей и их применение**

Проведен численный анализ влияния кинетики ионизации горячей плотной лазерной плазмы на распад первого возбужденного состояния ряда изотопов. Показано, что при длительности лазерного импульса 200 фс и интенсивности порядка  $2 \times 10^{16}$  Вт/см<sup>2</sup> возможно полное подавление конверсионного канала распада в части плазмы Hg-201, разлетающейся в вакуум. В численном эксперименте показано, что возбуждение низколежащих ядерных состояний с энергией свыше 1 кэВ в фемтосекундной лазерной плазме возможно лишь за счет горячего электронного компонента. Экспериментально реализованы новые методы регистрации гамма-распада низколежащих ядерных состояний. Создан электронный спектрометр, позволяющий регистрировать электроны с энергией до 45 кэВ с разрешением по энергии 4% и по времени 10 нс. Измерены спектры горячих электронов плазмы кремния.

Численно проведено исследование генерации гармоник высокого порядка в поле лазерного импульса, содержащего 2–3 оптических периода. Показано, что при интенсивностях лазерного поля, соответствующих туннельной ионизации, энергия генерируемых импульсов гармоник растет примерно пропорционально вероятности ионизации, однако при переходе к режиму надбарьерной ионизации эффективность генерации гармоник перестает расти, а затем начинает спадать с ростом интенсивности лазерного поля. Методом Particle-in-Cell (PIC) проведено численное моделирование взаимодействия короткого светового импульса релятивистской интенсивности с приповерхностными слоями закритической бесстолкновительной плазмы. Показано, что поглощение обусловлено действием силы Лоренца, возбуждающей плазменные колебания. Поэтому в поглощении присутствует резонанс на частоте, равной половине плазменной частоты. При нормальном падении света на поверхность поглощается только линейно поляризованный свет.

Предложен и исследован фазовый контроль ионизации атомов сильным низкочастотным полем и ультракоротким импульсом излучения высокой частоты для генерации излучения высоких гармоник с селекцией узкого спектрального диапазона. Показано, что

двухкомпонентная накачка атомов позволяет существенно сузить спектр высоких гармоник (до 1%) и повысить тем самым эффективность их использования. Для генерации предельно узкого спектра необходимо использовать высокочастотные импульсы оптимальной длительности, без фазовой модуляции, и синхронизировать их с низкочастотным полем вблизи оптимальной фазы  $\varphi \approx \pi/10$ . Развита теория надпороговой туннельной ионизации атомов (ионов) в сверхсильных лазерных полях и генерации в этом процессе оптических гармоник высокого порядка (ГВП). Рассмотрены случаи бегущей и стоячей волны излучения накачки. Теория учитывает релятивистские эффекты и предсказывает как общее подавление спектра ГВП, так и существенную модификацию его формы — эффект “провала” низкочастотного крыла.

## **5. Физика поверхности и наноструктур**

Разработан сканирующий зондовый микроскоп ближнего поля модульного типа, позволяющий реализовать практически любые оптические конфигурации для изучения почерностных наноструктур. Исследовано локальное распределение поля вблизи наноструктур с характерными размерами 10–70 нм—сфер из стекла с показателем преломления около 1,5 на стеклянных и поликарбонатных подложках — с разрешением не хуже 40 нм. Добавлена возможность поляриметрии сверхвысокого пространственного разрешения с разрешением по углу поворота плоскости поляризации 0,3 град. Экспериментально подтверждена возможность анализа состояния поляризации излучения, локально собранного апертурным зондом микроскопа с пространственным разрешением вплоть до 50 нм.

Методом генерации второй оптической гармоники обнаружено истинно двумерное сегнетоэлектричество в мономолекулярных слоях полимера поливинилиденфторида с трифторэтиленом, приготовленных методом Ленгмюра-Блоджетт. Впервые наблюдалась корреляция двух явлений: нелинейно-оптического магнитного эффекта Керра и эффекта гигантского магнитосопротивления.

Теоретически исследовалось влияние интенсивного электромагнитного поля на положение и структуру экситонного перехода в полупроводниках и полупроводниковых наноструктурах. Показано, что в отличие от обычных атомов и молекул эффект Штарка для экситонов содержит существенный вклад от многочастичных взаимодействий.

Изучен механизм образования двумерной или квазидвумерной пространственной структуры в результате автокаталитической реак-

ции на поверхности. Образование структуры вида спиралеобразных волн, разделенных областями типа “лент”, является результатом автокаталитической реакции с диффузионной неустойчивостью. Исследована зависимость формы и размера спирали от состава электролита. Полученные результаты применимы при построении модели распространения в пространстве реакции горения и в выяснении механизма формирования окраски. Рассмотрены возможности использования реакции с диффузионной неустойчивостью для создания биомолекулярного информационного процессора, обеспечивающего решение вычислительных и логических задач.

Для интерпретации экспериментальных данных, полученных нами ранее методами пикосекундной четырехфотонной спектроскопии в медно-оксидных высокотемпературных сверхпроводниках (ВТСП) Y–Ba–Cu–O, построена феноменологическая модель, описывающая “магнитодипольную” самоорганизацию носителей заряда в купратных плоскостях ВТСП материалов и кинетику соответствующего фазового перехода. Показано, что при энергии связи  $\sim 100$  мэВ и средней концентрации  $n \sim 0,1$  дырок на ячейку, снижение температуры  $T$  ниже критического значения  $T^* \sim 150$  К приводит к формированию пространственно-неоднородных распределений дырок (“страйп-структур”) в купратных плоскостях и к появлению соответствующей энергетической щели в спектре состояний. Построена двумерная квантово-механическая модель, описывающая процесс “перемешивания спинов”, т.е. процесс модификации доменной структуры ферромагнитной пленки за счет пространственной миграции фотовозбужденных свободных носителей. Эта модель не только объясняет парадоксальные данные, полученные нами ранее в ходе проведенных экспериментальных исследований сверхтонких пленок Ni методами пикосекундной БН и ВЧФС, но и открывает принципиально новые возможности и средства для управления доменной структурой, создания фотонных кристаллов нового типа.

## **6. Квантовые компьютеры и обработка квантовой информации**

Основным направлением исследований было изучение квантовых процессов в простых квантовых системах, лежащих в основе элементной базы квантовых компьютеров на поверхностных атомных структурах и единичных примесных атомов в упорядоченной полупроводниковой матрице, а также в других атомных системах. Наряду с этим был выполнен цикл работ по использованию неклассиче-

ских свойств физической информации и изучению поляризационных свойств бифотонов.

Были проведены экспериментальные исследования методом СТМ неравновесного взаимодействия примесных атомов в полупроводниках  $A_3B_5$ . Показана принципиальная возможность использования взаимодействующих атомов примеси в качестве базового информационного элемента. Детально изучено влияние апертурного зонда СОМБП на распределение и степень локализации света в переходе.

Выявлено существование двух основных типов квантовой информации: когерентной, описывающей передачу существенно квантовой информации, невозможной для копирования, и совместимой, описывающей передачу информации, доступной для одновременного воспроизведения в физически различных системах. Проанализировано физическое содержание понятия когерентной информации и выявлена её роль как количественной меры перепутанности, сохранённой после преобразования входа, выполняемого шумящим квантовым каналом. Выявлены общие свойства совместимой информации и выполнены её количественные расчёты для ряда фундаментальных квантовых каналов. Методы расчёта  $\Lambda$ -систем применены для теоретического описания полученных в ФИАН экспериментальных данных для резонансов когерентного пленирования населённости в атомах самария.

Исследованы свойства перепутанных состояний, генерируемых при последовательных взаимодействиях на частотах  $\omega$  и  $3\omega$  в поле накачки частоты  $2\omega$  в кристалле с регулярной доменной структурой (РДС). Рассчитана степень перепутанности частот. Установлено, что в РДС-кристалле  $LiNbO_3$  можно получить поляризационно-перепутанные состояния света при коллинеарной геометрии взаимодействия, когда в поле интенсивной волны накачки одновременно реализуются два нелинейных процесса. При этом накачка может быть либо обыкновенной волной, либо необыкновенной. Рассчитаны коэффициенты нелинейной связи волн, которые определяются нелинейной восприимчивостью  $d_{15}$  или  $d_{33}$  кристалла в зависимости от типа взаимодействия волн.

Исследован эффект антикорреляции для ортогонально (в общем случае, эллиптически) поляризованных пар фотонов (бифотоны), синтезированных из одинаково поляризованных пар фотонов. Эксперименты проводились как для непрерывной накачки, так и для фемтосекундной импульсной накачки. Эффект антикорреляции можно использовать для измерения малых групповых задержек между ортогонально поляризованными фотонами. Временное разрешение при этом определяется шириной антикорреляционного “провала”.

Для кристалла иодата лития длиной 15 мм и непрерывной накачки эта ширина составляет 30 фс. Для кристаллов с более широким диапазоном прозрачности ширина “провала” существенно меньше. Так, для кристалла ВВО при толщине 3 мм она составляет 7 фс.

## Учебная работа

Основная часть учебной работы МЛЦ МГУ в 2001 г. была связана с программами переподготовки кадров и повышения квалификации. В МЛЦ МГУ на постоянной основе действуют несколько образовательных программ. По общей программе “Лазерная физика и технология” объемом 1048 часов в 2001 г. обучалось 21 человек. В 2002 году планируется открыть новую программу переподготовки кадров “Нелинейная оптика и лазерная оптоакустика”. По окончании слушатели получают диплом о переподготовке кадров государственного образца. По языковой программе лаборатории лингвострановедения, рассчитанной на сотрудников и аспирантов МГУ, в 2001 г. обучалось 14 человек. Для студентов факультета фундаментальной медицины в МЛЦ МГУ ежегодно читается специальный курс “Лазерная медицина”, который в 2001 г. прослушало 16 человек.

В рамках XVII Международной конференции КИНО’2001 в период с 27 июня по 30 июня 2001 года Международным учебно-научным лазерным центром МГУ совместно с Институтом физики НАН Беларуси проведена Высшая лазерная школа – короткие курсы по *Современным проблемам нелинейной и когерентной оптики*. Благодаря спонсорской поддержке SPIE посещение коротких курсов было свободным.

На Школе было представлено 5 четырехчасовых лекций и 4 двухчасовые лекции ведущих специалистов в области нелинейной и когерентной оптики из России, Беларуси, США, Германии, Швеции и Италии. Программа Школы включала следующие лекции:

- Е. Ридле (Германия) “Генерация, измерение и применение 20-фемтосекундных лазерных импульсов, перестраиваемых от УФ до ближней ИК области спектра”.
- С. Сванберг (Швеция) “Спектроскопические применения лазеров в медицине и исследованиях окружающей среды”.
- П. Прасад (США) “Биофотоника”.
- Л. Мои (Италия) “Кинетические эффекты в газах и молекулах индуцированные светом”.
- Д. Мешедде (Германия) “Эксперименты с одиночными атомами”.

- В.Н. Задков (МГУ, Россия) “Квантовые вычисления и квантовые компьютеры: мечты и реальность”.
- Г.П. Яблонский (Беларусь) “Широкозонные полупроводниковые лазеры на гетероструктурах”.
- А.Н. Рубинов (Беларусь) “Пространственно-селективная флуоресцентная спектроскопия в растворах и биологических мембранах”.
- А.М. Желтиков (МГУ, Россия) “Введение в фотонные кристаллы”.

Проведение такой Школы во время работы XVII Международной конференции ICONO'2001, посвященной 75-летию со дня рождения Р.В. Хохлова, обеспечило уникальную возможность познакомить студентов, аспирантов и молодых ученых с современными достижениями и новыми идеями в области лазерной физики и когерентной и нелинейной оптики.

## Конференции

В 2000 г. МЛЦ МГУ организовал и стал соорганизатором шести международных школ и конференций в 2001 г. Среди них следует особо отметить крупнейшую в регионе СНГ Международную конференцию по когерентной и нелинейной оптике (КиНО 2001), Минск, Беларусь, 26 июня—1 июля 2001 г., одним из основных организаторов которой является МЛЦ МГУ.

В августе 2001 г. МЛЦ МГУ совместно с Боннским университетом организовал и провел в г. Бонн (Германия) Летнюю Школу по Квантовой Оптике для студентов МЛЦ МГУ и немецких университетов. 5 студентов физического факультета МГУ, работающих по договорам в МЛЦ МГУ, и около 30 немецких студентов приняли участие в работе Школы.

Перечень конференций включает:

- Fourth Italian-Russian Laser Symposium (ITARUS 2001), St. Petersburg, Russia, July 8–12, 2001 (100 участников).
- Laser Physics Workshop (LPHYS 2001), Moscow, Russia, July 3–7, 2001 (400 участников).
- II Международная конференция молодых ученых и специалистов (Оптика 2001) Санкт-Петербург, Россия, 16–19 октября, 2001 (200 участников).
- XVII International Conference on Coherent and Nonlinear Optics, (ICONO 2001), Belarus, Minsk, June 26–July 1, 2001 (600 участников).

- 3rd Summer Quantum Optics School, Bonn, Germany, August 2001 (40 участников).
- Второй российско-французский лазерный симпозиум “Современные направления в лазерной физике: спектроскопия, квантовые эффекты и атомная оптика, оптические изображения и информация”. Владимир/Суздаль, Россия, 30 сентября–7 октября 2001 (70 участников).

В настоящее время МЛЦ МГУ является одним из главных организаторов IQEC 2002 — *International Quantum Electronics Conference*, которая будет проходить в Москве в 2002 году. Это традиционная наиболее представительная европейская конференция по квантовой электронике.

## Международное сотрудничество

Международная, межвузовская и межкаллективская деятельность МЛЦ МГУ направлена главным образом на координацию крупных программ и проектов, преимущественно междисциплинарного характера в области лазерной физики, химии, биологии, медицины и лазерных технологий когерентной и нелинейной оптики и их приложений.

В 2000 г. велись работы по нескольким международным контрактам, из которых следует отметить следующий:

- Контракт с Международным лазерным центром г. Братислава (МЛЦБ, Словацкая Республика) на разработку, создание и поставку в МЛЦБ комплекса научного оборудования, направленный как на создание в Братиславе уникального современного исследовательского центра для решения задач лазерной физики, химии, биологии, медицины и технологий, так и на совместные научные проекты в перечисленных областях.

В 2001 г. МЛЦ МГУ состоял коллективным членом российского отделения SPIE - The International Society for Optical Engineering и Лазерной Ассоциации.

**Адрес страницы в интернете: <http://www.ilc.msu.su>**