

# МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ: ЕЖЕГОДНИК 2005

## 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 применениями 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.

### Новое в структуре

В МЛЦ МГУ завершено создание уникального Центра коллективного пользования по проблемам сверхсильных световых полей и лазерных фемтотехнологий. Центр предназначен для проведения фундаментальных и прикладных исследований по взаимодействию мощного фемтосекундного лазерного излучения с веществом и перспективным фемтотехнологиям научными группами МЛЦ и других подразделений МГУ, а так же обучения студентов, аспирантов и слушателей МГУ принципам измерений параметров фемтосекундных лазеров и физике взаимодействия мощного фемтосекундного лазерного излучения с веществом. Основой Центра является тераваттная фемтосекундная лазерная система на TiSa (длительность импульса — 70 фс; длина волны — 800 нм; энергия в импульсе — 40 мДж; частота следования импульсов, 10 Гц).

### Наука

В 2005 г. МЛЦ МГУ проводил научную работу по следующим основным направлениям:

- Фундаментальные проблемы лазерной физики и нелинейной оптики;
- Физические основы лазерных технологий;
- Лазерная химия, биофизика и биомедицина;
- Получение сверхсильных световых полей и их применение;
- Физика поверхности и наноструктур;
- Квантовые компьютеры и обработка квантовой информации.

Велась работа над выполнением заданий в рамках ФЦП, финансируемых напрямую Минобрнауки. Продолжалось финансирование по гранту ведущих научных школ — Школа Ахманова–Хохлова. Наряду с этим МЛЦ МГУ активно участвовал в ряде других ФЦП с финансированием через другие головные институты (см. раздел договоров в сводных таблицах). МЛЦ МГУ является исполнителем исследований по 33-и грантам Российского фонда фундаментальных исследований и 5-ти грантам зарубежных фондов (INTAS, МНТЦ).

С целью привлечения дополнительного финансирования в МЛЦ МГУ велись работы по контрактам с университетами г. Оулу, Турку, и Йонсу (Финляндия).

По результатам выполняемых в МЛЦ МГУ научных исследований было опубликовано 2 монографии, 2 научно-популярных издания и 130 статей в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, сделан 161 доклад 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.

Ниже приведены основные научные достижения МЛЦ МГУ за 2005 г.

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

Развит последовательный метод получения гамилтонианов сверхтонких взаимодействий для атомарных систем. Метод осно-

ван на применении канонического лагранжева формализма к гамильтониану многочастичной системы с электромагнитным взаимодействием между частицами.

Развита теория электрического дипольного момента элементарных частиц.

Процессы самопреобразования лазерного излучения в активно-нелинейных кристаллах исследованы с учетом дифракционных эффектов. Показано, что на формирование пространственного распределения интенсивности, получаемой в нелинейном процессе, оказывает влияние не только распределение интенсивности в пучке накачки, но и наличие резонатора на преобразованной частоте. Изучено влияние параметров кристалла, накачки и резонатора на пространственные и энергетические характеристики второй гармоники и субгармоники и определены условия получения их максимальной мощности.

Выполнен количественный анализ спектров резонанса когерентного пленения излучения в частотно-модулированном лазерном поле для модели трёхуровневых атомов.

В экспериментах по нестационарной и стационарной КАРС-спектроскопии изучен компонент фермиевского дублета молекул двуокиси углерода в условиях перехода от разреженного газа к сильно сжатому газу и жидкой фазе, а также к околокритической и сверхкритической фазе; получено детальное описание картины дефазировки обеих Q-полос.

Исследована многофиламентация мощного фс-лазерного импульса на атмосферной трассе с естественным аэрозолем. Предложена стратифицированная модель атмосферы, описывающая филаментацию при когерентном рассеянии импульса в дисперсной среде. Установлено, что влияние когерентного рассеяния на филаментацию зависит от размера водных частиц. Рассеяние на мелких частицах приводит к ослаблению импульса титан сапфирового лазера, тогда как на крупных частицах (радиусом более 15 мкм) инициирует зарождение филаментов в импульсе, критическая мощность которого в 100 и более, раз превышает критическую мощность самофокусировки в воздухе. В аэрозоле атмосферной облачности, который является полидисперсным, филаментация становится стохастической и расстояние до старта филаментации сокращается.

Исследовано формирование плазменных каналов в объеме плавленого кварца при фокусировке лазерного импульса конической линзой (аксиконом). Показано, что аксикон позволяет сформировать канал большей протяженности, по сравнению с линзой. Полученные результаты могут найти применение в фс-микррооптике.

Исследовано распределение поляризации светового поля в плоскости поперечного сечения пучка на суммарной частоте, возникающем в нелинейной изотропной гиротропной среде при коллинеарном взаимодействии двух эллиптически поляризованных пучков гауссова профиля. Показано, что степень эллиптичности, угол поворота главной оси эллипса поляризации, а также характер вращения вектора электрического поля излучения на суммарной частоте

существенным образом меняются в плоскости поперечного сечения с ростом полярного угла. Найдены области значений параметров падающих эллиптически поляризованных гауссовых пучков и нелинейной среды, при которых в поперечном сечении пучка на суммарной частоте можно выделить сектора с различным характером вращения вектора электрического поля. Уравнения прямых, задающих эти сектора, содержат параметры, характеризующие квадратичную нелинейность среды, а также параметры, определяющие состояние поляризации взаимодействующих гауссовых пучков. Измерение угла между этими прямыми позволяет получить недоступную другим методам исследования спектроскопическую информацию о веществе.

Созданы волноводные и решеточные устройства для возбуждения и регистрации терагерцовых поверхностных электромагнитных волн. Показано, что возбуждение плазмонных ТГц пикосекундным импульсом имеет существенно нестационарный характер, а распространение ТГц поверхностной электромагнитной волны существенно меняет его измеряемый временной профиль. Определены длительность и время жизни плазмона, измерены длины пробега ТГц плазмона по гладкой и гофрированной поверхности.

Изучена временная динамика возбуждения и релаксации узких линий поглощения газов, таких как пары воды, содержащиеся в атмосфере. На примере молекулы ОСС исследован эффект фотонного эха, возбуждаемого ультракоротким ТГц импульсом поля. Показано, что с помощью метода ТГц фотонного эха возможно исследование временной динамики вращательной дефазировки молекул в газовой фазе. Измерены спектры модельных биологических молекул таких как цестин и цестиин, триптофан и лизин. Показана чувствительность метода терагерцовой спектроскопии к величине стационарного дипольного момента молекулы.

Проведены теоретические и модельные исследования анизопланатизма адаптивных оптических систем в турбулентной неоднородной атмосфере. Создан программный комплекс для моделирования анизопланатизма с учетом дифракции света на атмосферных неоднородностях. Проведены оценки влияния дифракционных эффектов в атмосфере при слабой турбулентности на работу адаптивной оптической системы.

Исследован электронный нелинейный отклик ВТСП пленок методами четырехфотонной спектроскопии. Показано, что как спектрально-временные, так и температурные аномалии кинетики коэффициентов отражения и пропускания ВТСП пленок при высоком уровне «ударного» возбуждения имеют прямой аналог и в том случае, когда для возбуждения и зондирования состояния пленки ис-

пользуются существенно более длинные, совмещенные во времени пикосекундные импульсы. В этом случае за счет вырождения должна наблюдаться нетривиальная (с резким скачком в окрестности точки фазового перехода) зависимость амплитуды нелинейного отклика образца от его начальной температуры.

Исследована динамика нелинейного отклика самонакачивающихся ОВФ зеркал на фоторефрактивных кристаллах. На примере петлевого самонакачивающегося ОВФ зеркала (СОВФЗ) на фоторефрактивном кристалле (ФРК)  $\text{BaTiO}_3$  показано, что формирование обращенной волны в СОВФЗ можно значительно ускорить за счет его предварительного динамического «обучения». Для этого в СОВФЗ надо заранее подать вспомогательное (обучающее) оптическое поле, учитывающее некоторую информацию о свойствах входного сигнала, волновой фронт которого придется обращать. Благодаря этому на этапе обучения в ФРК записываются статические динамические голограммы, наличие которых затем и обеспечивает значительно (в 6 – 20 раз) более быстрое формирование нужных для эффективного ОВФ решеток показателя преломления.

С использованием метода интегрирования по путям проведено тестирование, оценка точности, а также внесены необходимые коррективы в быстрые приближенные алгоритмы решения прямой задачи диффузионной оптической томографии (методы «масштабирования» и «вырезания»). На этой основе в режиме реального времени реализована процедура визуализации внутренней структуры сильно рассеивающих модельных объектов большого (диаметр 160 мм) размера в созданном макете экспериментального аппаратно-программного комплекса.

На основании цикла экспериментов по исследованию вращательных переходов и Q-полос молекул в широком диапазоне плотностей с использованием нестационарной и стационарной КАРС-спектроскопии показано, что для описания дефазировки, обусловленной одновременно несколькими механизмами, необходим учет их взаимной корреляции. Для адекватного описания картины дефазировки введены параметры корреляции столкновительных возмущений скорости молекул и столкновительного сбоя фазы (вращательные переходы  $S_0(0)$  и  $S_0(1) \text{ H}_2$ ), а также вращательного спектрального обмена и столкновительного сбоя фазы (Q-полосы компонент ферми-резонанса молекул двуокиси углерода).

Разработан и реализован новый подход к созданию полностью твердотельных пикосекундных лазеров с импульсной диодной накачкой и электрооптическим управлением генерацией, использующий схему активно-пассивной синхронизации мод и отрицательной обратной связи. Созданный Nd:YAG-лазер обеспечивает генерацию одиночных 30-пикосекундных импульсов с частотой повторения 1–100 Гц и с энергией в импульсе до 0,3 мДж.

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

В отчетный период МЛЦ МГУ продолжал работы по международному контракту на создание в

Международном лазерном центре Братиславы комплекса научного, научно-технологического и учебного оборудования. Контракт выполняется в рамках программы конверсии внешнего долга Российской Федерации перед Словацкой Республикой в соответствии с межправительственным соглашением. В результате выполнения работ укреплена также материально-техническая и экспериментальная база МГУ. В ходе подготовки и выполнения совместных проектов в области науки и образования укрепляется научное взаимодействие со словацкими и европейскими специалистами.

Аналогичные работы выполнялись по международному контракту с университетом Оулу и Йонсу (Финляндия).

Экспериментально реализован макет прибора для измерения аберраций человеческого глаза методами адаптивной оптики. Проведены измерения свойств человеческого глаза, как анизопланатичной среды. Осуществлено моделирование управления излучением лазера, как в ближнем, так и в дальнем поле внутривиброномкорректором, управляемым генетическим алгоритмом. Показана возможность синтеза фокусатора с помощью гибкого биморфного зеркала.

Разработан лазерный ультразвуковой метод диагностики остаточных напряжений в металлах. Латеральное распределение остаточных напряжений определяется по данным прецизионного измерения фазовой скорости ультразвука. Для восстановления распределения напряжений по глубине образца анализируются искажения формы коротких акустических импульсов, испытавших отражения от неоднородностей структуры материала, вызванных остаточными напряжениями.

Предложен лазерный оптико-акустический метод диагностики диспергирующих сред с резонансным типом релаксации. Впервые экспериментально исследована динамика распространения короткого широкополосного акустического импульса в резонансной среде с пузырьками газа.

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

Проведено исследование КР спектров трех пар веществ, причем в каждой паре мономер–димер молекула димера образована посредством дисульфидной связи, аналогичной дисульфидной связи в молекуле белка. Определены низкочастотные линии-маркеры дисульфидной связи в диапазонах  $215\text{--}235 \text{ см}^{-1}$  и  $135\text{--}185 \text{ см}^{-1}$ . Зарегистрированы КР линии в диапазоне  $9\text{--}18 \text{ см}^{-1}$ . В дальнейшем полученную информацию можно будет применять для низкочастотной КР спектроскопии дисульфидных мостиков в молекулах белков. Проведена первичная приписка низкочастотных колебательных спектров.

По временному профилю возбуждаемого оптико-акустического импульса на длинах волн лазерного излучения 1,064 и 0,779 мкм проведены измерения *in-vitro* оптических характеристик ряда биологических сред: молока, говяжьей печени, свиной печени, говяжьего мяса. Показана принципиальная возможность диагностики процесса теплового воздействия фокусированного ультразвука на мягкие ткани человека при терапии злокачественных новообразований.

Предложена модель экспоненциального распределения по эффективным длинам сопряжения, объясняющая основные экспериментальные особенности спектров поглощения и комбинационного рассеяния света транс-полиацетиленов. Предложен, обоснован и реализован простой лазерный метод для измерения светорассеяния и поглощения света в тонких пленках сопряженных полимеров. Этим методом исследованы донорно-акцепторные смеси МЕН-PPV с динитроантрахиноном (DNAQ) или тринитрофлуореноном (TNF), в которых МЕН-PPV и акцептор формируют слабый комплекс с переносом заряда в основном электронном состоянии. Обнаружено, что зависимости уровня светорассеяния и коэффициента поглощения в смесях МЕН-PPV/TNF от содержания TNF имеют характерный порог при МЕН-PPV:TNF=1:0.33, ниже которого светорассеяние относительно низкое, а выше него резко возрастает. Показано, что рост светорассеяния связан с разделением фаз в пленке. В смесях МЕН-PPV/DNAQ рассеяние света мало, тогда как поглощение изменяется как и в смесях МЕН-PPV/TNF. Исследован фотоиндуцированный перенос заряда (ФПЗ) в донорно-акцепторных смесях МЕН-PPV с координационным олигомером  $(Pt0,75C_{60})_n$ . Обнаружено, что эффективность ФПЗ в смеси МЕН-PPV/ $(Pt0,75C_{60})_n$  несколько ниже, чем в МЕН-PPV/ $C_{60}$ . Эта различие связано, по-видимому, с более выраженным разделением фаз в МЕН-PPV/ $(Pt0,75C_{60})_n$  на наномасштабе.

Изучены искажения профиля скоростей потока, восстановленного из сигнала оптического когерентного доплеровского томографа, вызываемые многократным рассеянием для систем с одним и двумя потоками, заглубленными в рассеивающую среду. Совместно с ИПМ им. М.В. Келдыша разработаны сеточные алгоритмы решения уравнения переноса излучения в сильнорассеивающих средах.

Исследована структура сигнала оптического когерентного томографа (ОКТ). Выяснена роль многократного и многократного рассеяния, недиффузионной и диффузионной компоненты в сигнале ОКТ. Проведена оценка максимальной глубины локализации и детектирования объектов с помощью ОКТ. Разработана модель распространения света в сложных многослойных структурах и получены модельные двумерные сигналы ОКТ от образцов кожи и бумаги.

Исследованы возможности поглощения проходящего через кожу человека УФ излучения Солнца с использованием наночастиц оксида титана, неравномерно распределенных в латеральной плоскости и по глубине. Показано, что в случае неравномерного распределения частиц оксида титана в латеральной

плоскости поглощение ультрафиолетового излучения уменьшается и увеличивается доля прошедшего через кожу излучения.

Исследована зависимость деформации эритроцитов крови у людей с заболеваниями ОНМК и ИБС. Показано, что эти заболевания влияют на микрореологию эритроцитов, ослабляя их способность к деформации в сосудах и капиллярах.

Численно исследована зависимость эффективности ослабления УФ-излучения в диапазоне 290–400 нм частицами диоксида титана, нанесенными с помощью водно-масляной эмульсии на кожу в районе предплечья. Профили залегания частиц по глубине в верхнем (роговом) слое кожи получены с помощью экспериментальной стриппинг-техники в сотрудничестве с клиникой «Шарите», Берлин, ФРГ.

Проведен расчет структур, отвечающих основному состоянию, и колебательных спектров инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния малых кластеров воды. Расчет производился посредством решения молекулярного уравнения Шредингера. Определены формы сольватных оболочек, образуемых молекулами воды вокруг ионов  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $H_3O^+$ ,  $NH_4^+$ .

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

Введена в эксплуатацию тераваттная фемтосекундная лазерная система на сапфире с титаном со следующими характеристиками: длина волны 800 нм, длительность импульса 40 фс, энергия в импульсе до 40 мДж, стабильность по энергии 3% rms, частота следования импульсов 10 Гц, пространственное качество пучка  $M^2 \sim 2$ . На основе этой системы создан центр коллективного пользования по проблемам сверхсильных световых полей и фемтосекундных лазерных технологий.

Развита непертурбативная теория взаимодействия одиночного водородоподобного атома со сверхсильным лазерным полем. Исследованы матричные элементы, описывающие взаимодействие с электромагнитным полем, показана их существенно нелинейная природа в зависимости от величины поля. Показано, что на дипольно-запрещенном переходе  $1s-2s$  происходит генерация четных гармоник поля на фоне широкого пьедестала, который можно ассоциировать с генерацией суперконтинуума. Показано, что на переходе  $1s-2p$  в малых полях происходит генерация нечетных гармоник, при дальнейшем увеличении поля четные и нечетные гармоники сосуществуют, а при еще большем увеличении нечетные гармоники пропадают. Исследованы поляризационные спектры ионизованных электронов и найдена зависимость частоты отсечки этих спектров в зависимости от вели-

чины ионизирующего поля, имеющая экспоненциальный вид.

С помощью численного моделирования продемонстрирована возможность эффективной генерации одиночного аттосекундного рентгеновского импульса при взаимодействии фемтосекундного лазерного импульса ультрарелятивистской интенсивности с тонким плазменным слоем твердотельной плотности. Показано, что необратимые изменения параметров плазменного слоя в течение светового импульса приводят к формированию широкого спектра излучения, содержащего сплошные участки. Выделение этих участков в спектре отраженного или прошедшего света с помощью полосового фильтра обеспечивает выделение изолированных электромагнитных импульсов субфемтосекундной длительности как в плосковолновой геометрии, так и в случае жесткой фокусировки лазерного пучка. Интенсивность этих импульсов достигает 1% интенсивности возбуждающего света. Варьируя значения интенсивности лазерного излучения, толщины и плотности пленки, можно реализовать эффективную генерацию одиночных аттосекундных импульсов различного спектрального состава, в том числе импульсов с частотами, в сотни раз превышающими лазерную.

На основе анализа экспериментальных данных и численного моделирования развита модель формирования быстрых ионов на резкой границе плазма-вакуум, объясняющая основные особенности ионных спектров. Получены ионы вольфрама энергией до 1 МэВ и зарядом до  $29^+$ .

Экспериментально продемонстрировано, что высокотемпературная фс-лазерная плазма, сформированная на свободной поверхности жидкого металла (галлий), обеспечивает стабильную эффективную генерацию жесткого рентгеновского излучения при частоте следования импульсов 10 Гц.

При жесткой фокусировке фс-излучения хром-форстеритовой лазерной системы (длина волны 1240 нм) в объем кристалла KDP впервые наблюдались резкие изменения зависимости нелинейного пропускания от энергии падающего импульса, что связано с ростом степени фотонности многофотонной ионизации вещества по модели Келдыша.

Проведены исследования процесса генерации второй гармоники фс-лазерного излучения при острой фокусировке в объем Нелинейных кристаллов KDP и  $\text{LiNbO}_3$  в режимах ниже и выше порога плазмообразования. При энергии лазерного импульса, превышающей порог формирования плазмы, наблюдается уменьшение эффективности преобразования и уширение спектра генерируемой второй гармоники, связанные с изменением условий фазового синхронизма под воздействием плазмы и самовоздействием излучения в среде.

Обнаружен эффект подповерхностной генерации жесткого рентгеновского излучения ( $E_\gamma > 20$  кэВ) в процессе формирования канала последовательностью лазерных импульсов фс-длительности в мишени  $\text{BaF}_2$  при интенсивностях  $I \sim 10^{14} - 10^{16}$  Вт/см<sup>2</sup>. Плазма зажигалась на поверхности твердотельной мишени периодической последовательностью фемтосекундных лазерных импульсов.

Достигнута эффективность преобразования во вторую гармонику излучения фемтосекундного хром-форстеритового лазера 75%.

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

Проанализированы физические механизмы усиления нелинейно-оптических взаимодействий сверхкоротких импульсов в микроструктурированных (МКС) и полых фотонно-кристаллических (ФК) волокнах. Проведен анализ распространения электромагнитного излучения в МКС-волокнах с различными профилями. Найдены физические механизмы увеличения эффективности нелинейно-оптических процессов в МКС- и ФК-волокнах. Предложены новые архитектуры и методы изготовления МКС-волокон, эффективных для преобразования спектра сверхкоротких лазерных импульсов.

Созданы и испытаны МКС-волокна со специальными профилями дисперсии для высокоэффективного преобразования частоты. Исследованы различные стратегии нелинейно-оптического преобразования спектра фс-лазерных импульсов в МКС-волокнах. Показано, что выполнение условий фазового согласования для процессов четырехволнового взаимодействия с участием высших волноводных мод позволяет достигать высоких эффективностей нелинейно-оптического преобразования частоты фс-импульсов низкой энергии. Экспериментально исследованы сценарии наиболее эффективных режимов трансформации спектра. Продemonстрирована возможность высокоэффективного мультиплексного преобразования частоты неусиленных фс-импульсов титан-сапфирового лазера субнано-джоулевых уровней энергии в МКС-волокнах.

Изучена нелинейная динамика образования упорядоченных ансамблей наночастиц с участием квази-рэлеевских волн.

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

Развита квантовая теория параметрического преобразования оптического изображения в связанных (последовательных) нелинейно-оптических процессах, учитывающая как дифракционные эффекты, так и расстройку групповых скоростей взаимодействующих волн. Рассмотрены процессы параметрического усиления изображения при низкочастотной накачке, а также параметрического усиления при высокочастотной накачке, сопровождающегося преобразованием несущей частоты изображения вверх. Установлено, что при взаимодействии волн с кратными частотами можно реализовать т.н. “нешумящие” усиление и преобразование изображения.

Исследовано обобщение стандартного квантового измерения в форме перепутывающего измерения. Предложено и частично изу-

чено обобщённое квантовое измерение, обладающее в информационном плане рядом важных качественных преимуществ по сравнению со стандартным и перепутывающим типами измерений. Оно описывает стандартное проективное и перепутывающее измерение, мягкое (нечёткое) измерение и обобщённое измерение с частичным разрушением исходной информации. Выполнен детальный информационный анализ обобщённого измерения для двухуровневой системы и продемонстрированы характерные зависимости информационных характеристик от параметров измерения.

В квантовой криптографии, исследована оптимизация процедуры квантовой передачи ключа за счёт оптимизации квантового алфавита и предложен новый протокол передачи ключа с бесконечным алфавитом.

Выполнен анализ динамики атомов в дипольной оптической ловушке с учётом механизма дальнего радиационного взаимодействия.

## Учебная работа

Значительная часть учебной работы МЛЦ МГУ в 2005 г. была связана с программами дополнительного образования. В 2005 г. в МЛЦ МГУ обучались 7 стажеров, включая двух иностранных, один слушатель обучался по программе переподготовки кадров «Лазерная физика и технология». По языковой программе лаборатории лингвострановедения, рассчитанной на сотрудников, аспирантов и студентов старших курсов МГУ обучалось 16 человек. В 2005 году 26 студентов старших курсов физического факультета МГУ прошли в МЛЦ МГУ научную и преддипломную практику.

В 2005 году МЛЦ МГУ открыл новую программу дополнительного образования «Автоматизация измерений и управления экспериментом». Эта программа представляет собой набор лекционно-практических курсов, обучение по которым происходит на базе новой лаборатории-практикума МЛЦ МГУ «Современные технологии автоматизации научных исследований», которой в 2005 году был официально присвоен статус авторизованного центра обучения современным технологиям автоматизации измерений National Instruments. Программа рассчитана на специалистов с высшим образованием, средним профессиональным образованием и студентов вузов. Она включает 8 базовых разделов объемом от 17 до 72 часов (всего 448 часов): «Основы систем сбора данных», «Вводный курс: сбор данных в LabVIEW», «Сбор данных и управление в LabVIEW с использованием оборудования National Instruments», «Расширенный курс: сбор данных в LabVIEW», «Основы систем автоматического управления», «Системы машинного зрения», «Создание систем сбора данных на КПК (PDA)», «Параллельное программирование для высокопроизводительных систем» и цикл практических задач (330 часов).

По новой программе в 2005 году прошло обучение 12 человек, в том числе 5 по программе повышения квалификации с вручением удостоверений государственного образца. Кроме того, в этой лабо-

ратории-практикуме прошли обучение несколько групп студентов, аспирантов и сотрудников МГУ. В 2005 году второй раз был прочитан созданный в МЛЦ МГУ факультативный лекционно-практический курс «Основы параллельного программирования» для студентов 4-го курса физического факультета. Практическая часть курса включает параллельное программирование на вычислительном кластере МЛЦ МГУ (7 двухпроцессорных узлов Xeon 2,6 ГГц).

## Конференции

МЛЦ МГУ организовал и был соорганизатором 18 национальных и международных школ и конференций в 2005 г. Среди них следует особо отметить Международную конференцию по когерентной и нелинейной оптике, организованную параллельно с Международной конференцией по применению лазеров (ICONO/LAT 2005) в С.Петербурге с 11 по 15 мая 2005 г. Эти конференции являются крупнейшим форумом по лазерам, нелинейной оптике и их применениям в странах Восточной и Центральной Европы и в России, собравшим около 1200 участников, из них около 400 — из дальнего зарубежья.

В рамках конференции ICONO/LAT 2005 МЛЦ МГУ совместно с Российским центром лазерной физики (Научно-исследовательский институт Санкт-Петербургского государственного университета) проведена конференция молодых ученых ICONO/LAT-SYS 2005. На конференции было прочитано 6 лекций ведущих специалистов в области нелинейной и когерентной оптики из России, США, Франции и Японии.

Следует также отметить, что в период с 17 по 21 октября 2005 г. МЛЦ МГУ совместно с Санкт-Петербургским институтом точной механики и оптики организовали и провели в г. Санкт-Петербурге IV Международную конференцию молодых ученых и специалистов Оптика'2005. МЛЦ МГУ организовало поездку на нее группы студентов и аспирантов физического факультета МГУ в количестве 7 человек.

В 2005 году МЛЦ МГУ организовал ряд традиционных симпозиумов совместно с Французскими, Немецкими и Финскими коллегами: 4th Russian-French Laser Symposium "RFLS 2005", 21-23 September 2005, Nice, France [50 participants]; 2nd Photonics and Laser Symposium, Kajaani, Finland, 23-25 February 2005 [50 participants]; Russian-German Laser Symposium (RGLS-2005), Nizhny Novgorod, October 1-4, 2005, [47 participants].

## **Издательская деятельность**

Издан обновленный буклет о МЛЦ МГУ и кафедре Общей Физики и Волновых Процессов Физического факультета МГУ.

## **Международное сотрудничество**

Международная, межвузовская и межфакультетская 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 2005 г. МЛЦ МГУ велись работы по контрактам с университетами г. Оулу и Йонсу (Финляндия).

МЛЦ МГУ состоит коллективным членом российского отделения SPIE—The International Society for Optical Engineering и Лазерной Ассоциации. При МЛЦ МГУ успешно работает студенческое отделение SPIE.

## **Мероприятия, посвященные 250-ти летию МГУ**

МЛЦ МГУ приняло участие в специализированной выставке оборудования, технологий и материалов лазерно-оптической и электронной промышленности LIC Russia 2005, прошедшей с 1 по 4 марта в выставочном комплексе в Сокольниках (Москва). На стенде МЛЦ МГУ были представлены новые научные разработки, приборы и прототипы приборов, созданных в МЛЦ МГУ, рассказано о новых образовательных программах.

**Адрес веб-страницы:  
<http://www.ilc.msu.ru>**