



ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ Российской Академии Наук (ИСАН) 45 лет



Москва Троицк - 2013

УДК 001
ББК 72.3
И 71

Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН). 45 лет. – Москва, Троицк: Изд-во «Тривант», 2013, 92 с. (с иллюстрациями и обложкой). Тираж – 200 экз.

ISBN: 978-5-89513-325-5

Издание посвящено 45-летию юбилею Института спектроскопии – одному из ведущих научно-исследовательских учреждений Российской Федерации, расположенному в городском округе Троицк города Москвы, одному из первых институтов, образованных в составе Троицкого научного центра Российской академии наук.

В сборнике приведена краткая справка об институте, истории создания, структуре и основных направлениях научной работы; обсуждаются некоторые проекты, результаты работы и достижения за 2008-2012 гг. В издании также освещается научно-организационная деятельность сотрудников института, сотрудничество с отечественными и международными научно-образовательными учреждениями, работа в области подготовки научных кадров высшей квалификации.

Печатается по решению Ученого совета Института спектроскопии РАН

Под редакцией: чл.-корр. РАН Виноградова Е.А., д.ф.-м.н. Компанца О.Н., д.ф.-м.н. Наумова А.В., к.ф.-м.н. Перминова Е.Б.

Авторы и составители: коллектив Института спектроскопии РАН

Дизайн: Наумов А.В.

Верстка: Каримуллин К.Р., Наумов А.В.

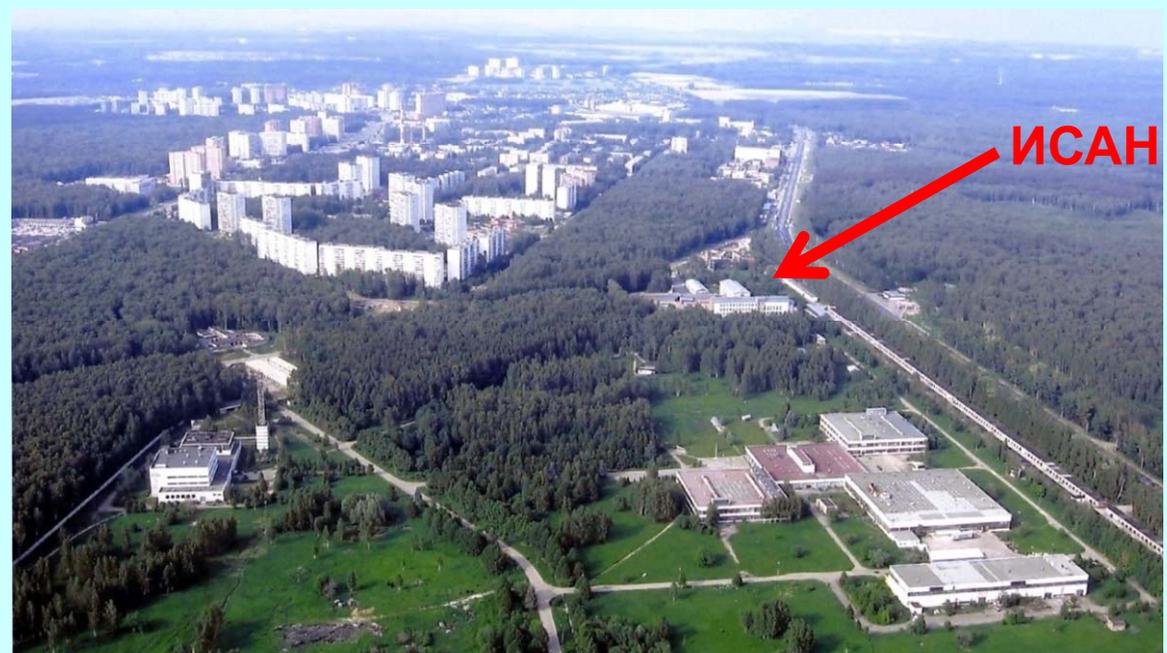
Москва - Троицк



~41 км от Кремля

~15 км от границы «старой» Москвы

Центр «Новой» Москвы



Основан в XVII в., с 1966 – Научный центр Академии наук СССР
с 1977 – город, с 2012 – городской округ Москвы, ~45000 жителей

1. Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН)
2. Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН (ИФВД)
3. Институт ядерных исследований РАН (ИЯИ)
4. **Институт спектроскопии РАН (ИСАН)**
5. Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) – филиал
6. Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ИОФАН) – филиал
7. Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН (ИПЛИТ) - филиал
8. Троицкий институт термоядерных исследований и инноваций (ТРИНИТИ)
9. Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов (ТИСНУМ)

1960-е

- **Новые спектральные данные из космоса** -
(большое количество неизвестных спектральных линий)
- **Лазерные источники излучения** -
(новые эффекты взаимодействия света с веществом)
- **Высокотемпературная плазма** -
(ядерные и термоядерные реакции)
- **Спектральная диагностика** -
(для решения задач материаловедения, биофизики, медицины, экологии, промышленности)



Г.С. Ландсберг



С.Л. Манделъштам



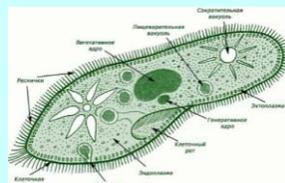
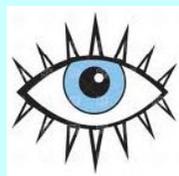
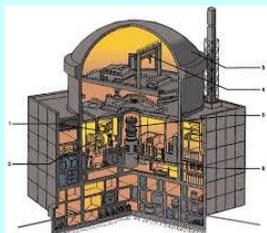
ФИАН им. П.Н. Лебедева

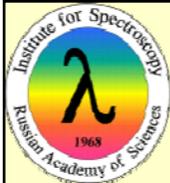


Комиссия по спектроскопии



**Институт спектроскопии АН СССР
(29.11.1968)**





Общая информация

Основные направления деятельности

Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН) создан в 1968 году на базе лаборатории Комиссии по спектроскопии в составе Отделения общей физики и астрономии Академии наук СССР. В настоящее время Институт входит в состав Отделения физических наук РАН, в штате Института насчитывается около 200 человек, из них примерно половина - научные сотрудники, в числе которых ~25 докторов и ~45 кандидатов наук.

Основные направления научных исследований ИСАН были определены Постановлением АН СССР о создании Института от **29 ноября 1968 г.**, но их конкретное содержание менялось с течением времени и сейчас они могут быть сформулированы следующим образом:

- 1. Спектроскопия атомов, ионов, молекул, кластеров, объема и поверхности конденсированных сред и разработка новых методов спектроскопии, оптика ближнего поля, нанооптика.**
- 2. Лазерная спектроскопия с активным воздействием света на вещество и ее применение для разделения изотопов, охлаждения атомов, модификации окружения молекул в матрицах, в фотохимии, фотобиологии, аналитической химии и др. областях.**
- 3. Аналитическая спектроскопия и ее применения в технологическом контроле, экологическом мониторинге, системах жизнеобеспечения человека, в изучении природных и техногенных катастроф и др. областях.**
- 4. Разработка и создание уникальных приборов, спектральной аппаратуры, аналитических приборов, лазеров, систем регистрации, методик и метрики измерений для обеспечения главных направлений фундаментальных исследований и практических применений.**
- 5. Подготовка научных кадров высшей квалификации (научно-образовательный центр, учебно-научная лаборатория, базовая кафедра МФТИ, бакалавриат, магистратура, аспирантура, докторантура).**

Успехи Института, признанные в стране и за рубежом, созданы умением и талантом его сотрудников. Огромную роль в определении направлений исследований и в подборе кадров, представляющих различные научные традиции и школы, сыграл основатель Института и его директор в течение первых 20 лет член-корреспондент АН СССР Сергей Леонидович Мандельштам. Им были заложены принципы охвата всех основных направлений спектроскопии, сочетание экспериментальных и теоретических исследований как в фундаментальных, так и в прикладных направлениях, тесная связь с высшей школой и промышленностью в России, а также с ведущими научными центрами мира. Большинство создаваемых в Институте приборов и методик являются оригинальными и перспективными для применений в народном хозяйстве, обороне, медицине, экологии.

Дирекция Института спектроскопии РАН



Зам. директора по научной работе
д.ф.-м.н. Олег Николаевич Компанец



Директор
Чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Евгений Андреевич Виноградов



Зам. директора по научной работе
д.ф.-м.н. Андрей Витальевич Наумов



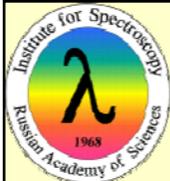
Зам. директора – главный инженер
Евгений Иванович Юлкин



Зам. директора по экономике и финансам
Андрей Юрьевич Плодухин



Ученый секретарь
к.ф.-м.н. Евгений Борисович Перминов



Институт спектроскопии РАН

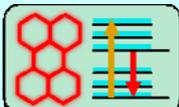
уникальный научный центр



Директор: Чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Евгений Андреевич Виноградов
Персонал: 200 сотрудников, ~25 докторов наук, ~45 кандидатов наук
Результаты: ~150 публикаций в год (ISI WoS), патенты, книги
Рейтинг: 3^е место во Всероссийском рейтинге (данные РВК, www.expertcorps.ru)



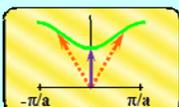
1. Отдел атомной спектроскопии



2. Отдел молекулярной спектроскопии



3. Отдел лазерной спектроскопии



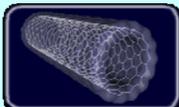
4. Отдел спектроскопии твердого тела



5. Теоретический отдел



6. Отдел лазерно-спектр. приборостроения

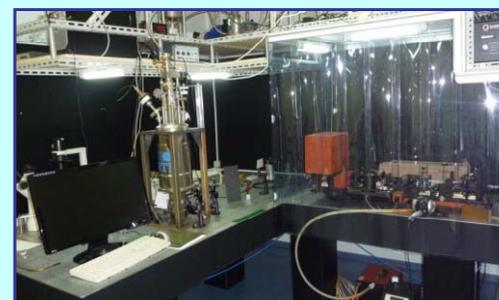


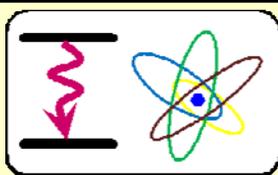
7. Лаборатория спектроскопии наноструктур



(*). Научно-образовательный центр

- **Материалы:** от атомов до биологических объектов
- **Пространственное разрешение:** одиночные атомы, ионы, молекулы
- **Временное разрешение:** до 10^{-15} секунд
- **Спектральный диапазон:** $0,1 \text{ нм} \div 1 \text{ см}$
- **Структура и динамика**
- **Теория, эксперимент, приборостроение**





Зав. отделом
д.ф.-м.н. А.Н. Рябцев



Зав. сектором
к.ф.-м.н. П.С. Анциферов



Зав. сектором
В.М. Кривцун

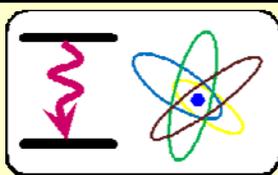
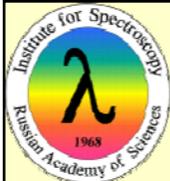
Отдел атомной спектроскопии был создан основателем Института членом-корреспондентом АН СССР профессором С.Л. Мандельштамом, который был его бессменным руководителем до 1989 г. С 1989 г. отдел возглавляет д.ф.-м.н. А.Н. Рябцев.

Научной задачей отдела является получение экспериментальных и теоретических данных об энергетических структурах атомов и ионов, необходимых для астрофизики, для работ по управляемому термоядерному синтезу, для создания вакуумных ультрафиолетовых и рентгеновских лазеров и источников излучения для фотолитографии, а также разработка спектральной диагностики высокотемпературной плазмы.

Отдел располагает уникальным комплексом спектральных приборов, позволяющим проводить исследования спектров ионов с высоким разрешением в области 250 – 0,1 нм, от ультрафиолетовой до рентгеновской области спектра. За 45 лет существования отдела изучены спектры более 300 ионов и идентифицировано более 35000 спектральных линий. ИСАН является одним из основных поставщиков данных для международных баз атомных данных – NIST, VALD, а также соисполнителем 7-й рамочной программы ЕС “Виртуальная база атомных и молекулярных данных (VAMDC)”. В отделе имеется экспериментальная техника для получения и исследования плотной излучающей плазмы высокозарядных ионов элементов использующихся для создания ЭУФ источников в области 6-15 нм. Разработаны программы для моделирования гидродинамических, атомных и радиационных процессов в источнике излучения, работающего в области экстремального ультрафиолета.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:

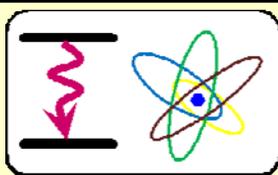
- Лаборатория атомной спектроскопии (зав. - д.ф.-м.н. А.Н. Рябцев)
- Сектор спектроскопии высокотемпературной плазмы (зав. - к.ф.-м.н. П.С. Анциферов)
- Сектор плазменных источников излучения (зав. - В.М. Кривцун)



Отдел атомной спектроскопии

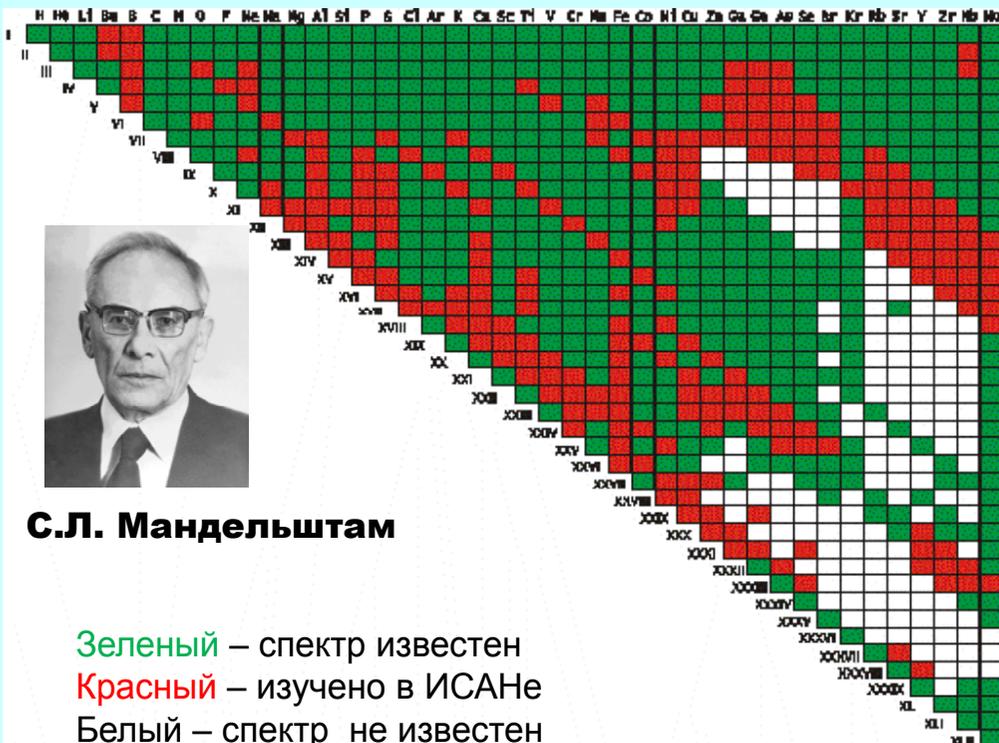
Основные достижения в 2008-2012 гг.

- Предложен метод получения горячей плазмы с помощью кумуляции ударной волны. Ударная волна генерируется на поверхности полусферического изолятора в результате быстрого разряда ($di/dt \sim 10^{12}$ A/c) (P.S. Antsiferov, L.A. Dorokhin, Yu.V. Sidelnikov, K.N. Koshelev, J. Appl. Phys., 105, 103305 (2009)).
- В области 6,5-7,5 нм в спектрах гадолиния и тербия, возбуждаемых в малоиндуктивной вакуумной искре и в лазерной плазме, зарегистрированы интенсивные пики излучения, ширина которых и положение максимума интенсивности зависят от условий возбуждения. Спектры интерпретированы как состоящие из переналожения большого количества линий в ионах от восьмой до двадцать второй кратности ионизации, вклад от которых изменяется с условиями возбуждения. Предложено использовать данные вещества при создании источника излучения для нанолитографии на длине волны короче 13,5 нм (S.S. Churilov, R.R. Kildiyarova, A.N. Ryabtsev, S.V. Sadovsky, Phys. Scripta, 80, 45303 (2009)). **Включено в список важнейших научных достижений РАН в 2009 году.**
- В области 16 – 27 нм изучен спектр семикратно ионизованного вольфрама, значимый для диагностики плазмы токамака ITER в области дивертора. Идентифицировано 187 спектральных линий и найдено 98 уровней энергии. Впервые получены данные о спектре, образующемся переходами из шести перекрывающихся и сильно взаимодействующих электронных конфигураций. Его интерпретация является вызовом современной теории атомных спектров (A.N. Ryabtsev, E.Ya. Kononov, R.R. Kildiyarova, W.-U.L. Tchang-Brillet, J.-F. Wyart, Phys. Scripta, 87, 045303 (2013)).
- Построена интегрированная модель описывающая гидродинамические, атомные и радиационные процессы имеющие место в источнике экстремального ультрафиолета (ЭУФ) основанного на плазме с лазерным возбуждением на протяженных, капельных и распределенных мишенях. Моделирование позволяет получить спектральные характеристики источника, эффективность преобразования подводимой энергии в ЭУФ излучение, размер источника, скорость испарения мишени, энергетическое и пространственное распределение наночастиц, нейтралов и ионов (J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS, 11, 021112 (2012)).
- Предложен и опробован новый подход в конструировании источника ЭУФ излучения на основе разрядной плазмы, заключающийся в использовании двух струй жидкого металла в качестве возобновляемых электродов. Работоспособность системы с двумя жидкометаллическими струйными электродами продемонстрирована на частотах от 1 до 5 кГц и рассеиваемой электрической мощности 20 кВт (J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS, 11, 021103 (2012)).



Отдел атомной спектроскопии

Некоторые проекты и результаты



С.Л. Манделъштам

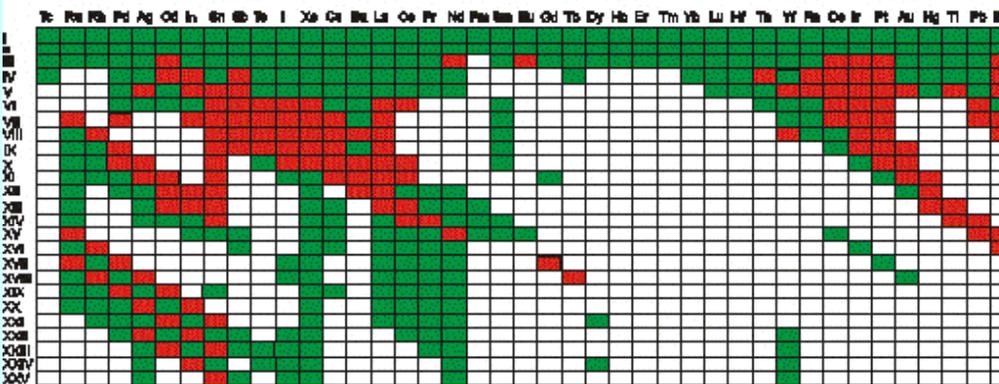
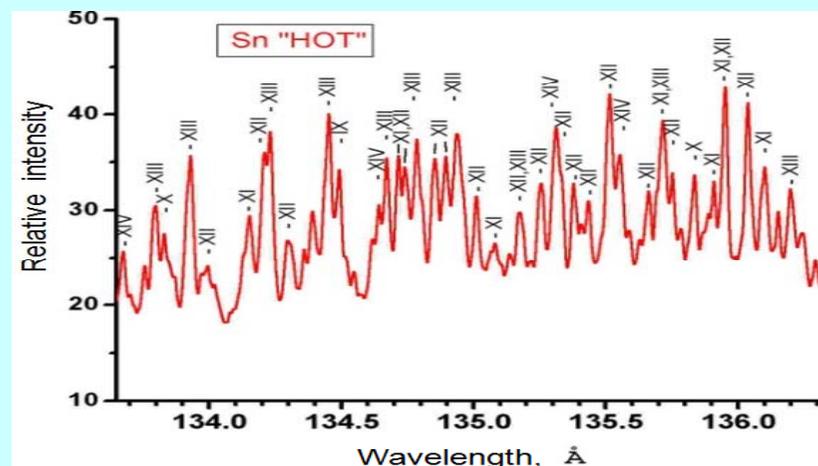


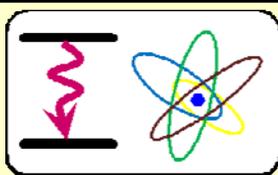
Таблица изученности атомных/ионных спектров



Уникальный ВУФ-спектрограф



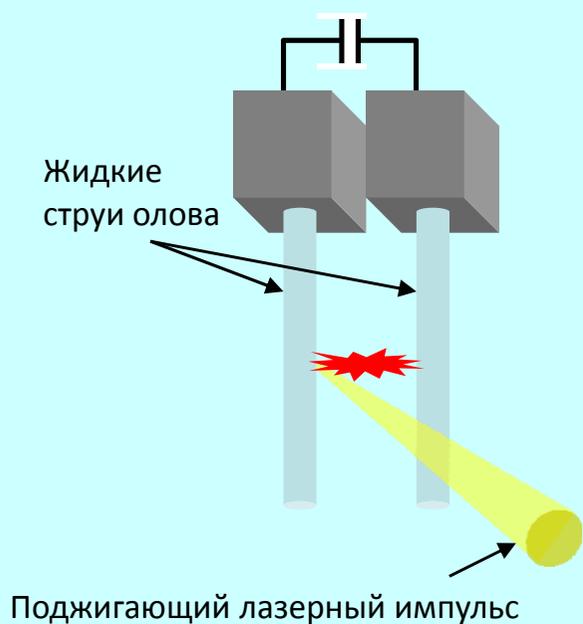
Пример спектра в крайней ВУФ области



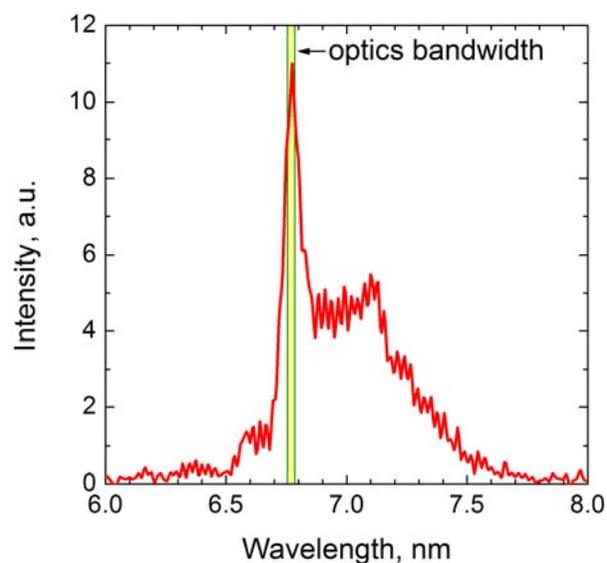
Отдел атомной спектроскопии

Некоторые проекты и результаты

Разработка источника ВУФ излучения с разрядом между электродами из жидких струй олова

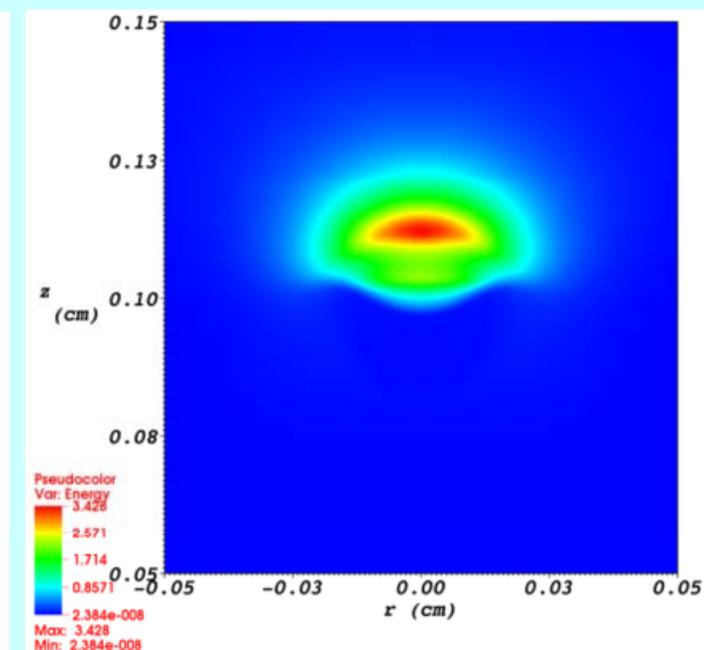


Исследование источников излучения с лазерной плазмой для следующего поколения литографии: $\lambda \sim 6$ нм

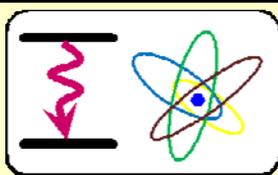


Измеренный эмиссионный ВУФ спектр Gd плазмы

Моделирование излучательной гидродинамики плазменных источников ВУФ излучения



Рассчитанный размер источника ВУФ излучения плазмы олова



Отдел атомной спектроскопии

Некоторые проекты и результаты

Исследование загрязнения и деградации Mo/Si оптики для ВУФ литографии



Расслоение Mo/Si покрытия ВУФ облучением в водородной плазме

Разработка сверхяркого белого источника излучения для контроля процесса литографии

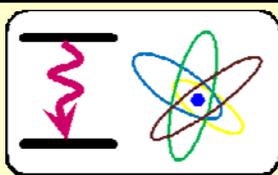
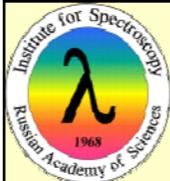


Вид разряда, поджигаемого лазером в ксеноновой лампе высокого давления

Разработка и изготовление метрологического оборудования для регистрации ВУФ и рентгеновского излучения



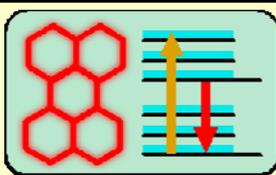
ВУФ спектрометр скользящего падения излучения с временным разрешением



Отдел атомной спектроскопии

Избранные публикации в 2008-2012 гг.

1. Wyart J.-F., Brillet Wan-U.L., Churilov S.S., Ryabtsev A.N. Extended analysis of the Eu III spectrum. - *Astron. Astrophys.*, 2008, v.483, No.1, p.339-359.
2. Churilov S.S., Kildiyarova R.R., Ryabtsev A.N., Sadovsky S.V. EUV spectra of Gd and Tb ions excited in laser-produced and vacuum spark plasmas. - *Phys. Scripta*, 2009, v.80, No.4, p.45303.
3. Mashonkina L., Ryabchikova T, Ryabtsev A., Kildiyarova R. Non-LTE line formation for Pr II and Pr III in A and Ap stars. - *Astron. Astrophys*, 2009, v.495, p.297.
4. Dubernet M.L., Ryabtsev A.N. et al. Virtual atomic and molecular data centre. - *JOSRT*, 2010, v.111, No.15, p.2151.
5. Ivanova E.P. Quasicontinuous x-ray laser with $\lambda=10.8$ nm in Pd-like tungsten using a nanostructured target. - *Phys. Rev. A*, 2010, v.82, No.4, p.3824.
6. Анциферов П.С., Дорохин Л.А., Кошелев К.Н. Динамика ВУФ спектров быстрого капиллярного разряда. - *Опт. и спектр.*, 2011, т.111, № 3, с.372.
7. Banine V.Y., Koshelev K.N., Swinkels G.H.P.M. Physical processes in EUV sources for microlithography - *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 2011, v.44, p.253001.
8. Рябцев А.Н., Кононов Э.Я., Кильдиярова Р.Р., Чанг-Брийе В.-У.Л., Виар Ж.Ф. Переходы $4f135s25p6 - 4f135s25p56s$ в спектре W VIII И изоэлектронных ионах гафния, тантала и рения.- *Опт. и спектр.*, 2012, т.113, с.131.
9. Koshelev K., Krivtsun V., Ivanov V., Yakushev O., Chekmarev A., Koloshnikov V., Snegirev E., Medvedev V. New type of discharge-produced plasma source for extreme ultraviolet based on liquid tin jet electrodes. - *Journal of Micro - Nanolithography MemS and Moems*, 2012, v.11, No.2, p.021103.
10. Braginsky O.V., Kovalev A.S., Lopaev D.V., Malykhin E.M., Rakhimova T.V., Rakhimov A.T., Vasilieva A.N., Zyryanov S.M., Koshelev K.N., Krivtsun V.M., Van Kaampen M., Glushkov D. Removal of amorphous C and Sn on Mo:Si multilayer mirror surface in Hydrogen plasma and afterglow.- *J. Appl. Phys.*, 2012, v.111, No.9, p.093304.
11. Koshelev K.N., Ivanov V.V., Novikov V.G., Medvedev V., Grushin A.S., Krivtsun V.M. RZLINE code modeling of distributed tin targets for laser-produced plasma sources of extreme ultraviolet radiation. - *Journal of Micro – Nanolithography MemS and Moems*, 2012, v.11, p.021112.
12. Medvedev V.V., Yakshin A. E., Van de Kruijs R W.E., Krivtsun V.M., Yakunin A.M., Koshelev K.N., Bijkerk F.- Infrared antireflective filtering for extreme ultraviolet multilayer Bragg reflectors. – *Optics Letters*, 2012, v.37, No.7, p.1169.
13. Иванова Е.П. Субпикосекундный рентгеновский лазер на 41,8 нм в плазме, образованной облучением струи ксеноновых кластеров фемтосекундным лазером.- *Квантовая электроника*, 2012, т. 42, №12, с.1100.



Отдел молекулярной спектроскопии

Общая информация



Зав. отделом
д.ф.-м.н. А.В. Наумов



Зав. лабораторией
д.ф.-м.н. М.А. Большов



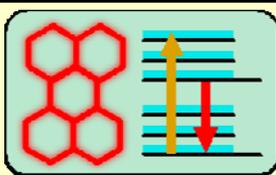
Зав. лабораторией
д.ф.-м.н. Ю.Г. Вайнер

Отдел молекулярной спектроскопии был создан в 1986 г. В состав отдела вошли три лаборатории: Лаборатория электронных спектров молекул (зав. лаб. проф. Р.И. Персонов); Лаборатория молекулярной спектроскопии высокого разрешения и аналитической спектроскопии (зав. лаб. к.ф.-м.н. В.Г. Колошников) и Лаборатория колебательных и вращательных спектров молекул (зав. лаб. проф. М.Р. Алиев), а также тематическая группа "Колебательные спектры молекул". До 2002 года отдел возглавлял выдающийся отечественный физик-спектроскопист профессор Р.И. Персонов, основатель научного направления селективной лазерной спектроскопии твердых растворов сложных органических соединений. С 2002 по 2009 гг. отдел возглавлял лауреат Государственной премии СССР к.ф.-м.н. В.Г. Колошников. В этот период в состав отдела входил сектор микроволновой спектроскопии (зав. сектором д.ф.-м.н. Б.С. Думеш).

Отдел располагает самым современным экспериментальным оборудованием и установками, в нем ведутся широкие экспериментальные и теоретические исследования в области спектроскопии высокого разрешения молекул, молекулярных комплексов, наноструктур и примесных конденсированных сред; в области аналитической спектроскопии, лазерной диодной спектроскопии; микроволновой спектроскопии, селективной лазерной спектроскопии примесных центров в твердых средах, спектроскопии и микроскопии одиночных молекул, квантовых точек и других квантовых объектов; разрабатываются методы дальнеполевой оптической нанодиагностики конденсированных сред, основанные на технике люминесцентной микроскопии одиночных молекул-зондов. Значительное внимание уделяется практическим разработкам, связанным с применением результатов фундаментальных исследований для спектрального анализа и спектрального приборостроения.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:

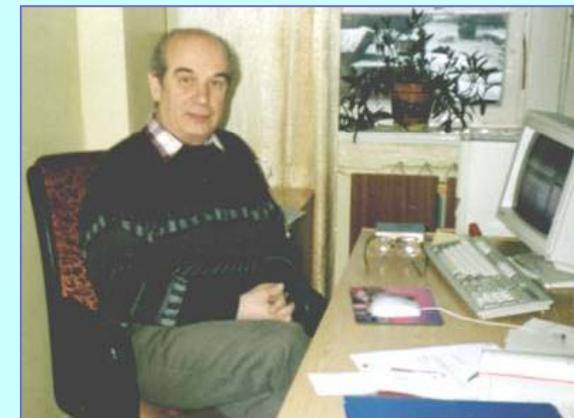
- Лаборатория аналитической спектроскопии (зав. лаб. - д.ф.-м.н., проф. М.А. Большов)
- Лаборатория электронных спектров молекул (зав. лаб. - д.ф.-м.н., проф. Ю.Г. Вайнер)



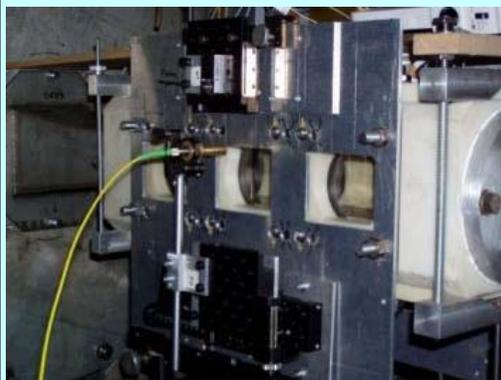
Отдел молекулярной спектроскопии

Основные научные направления

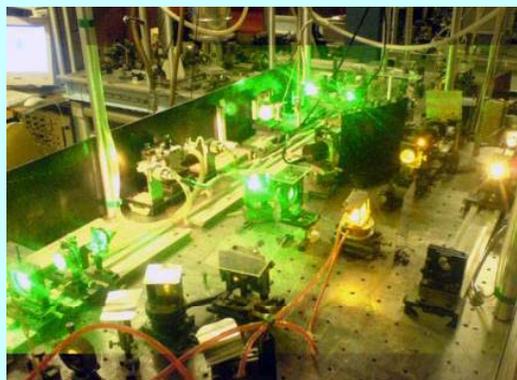
1. Аналитическая спектроскопия высокого разрешения
2. Диодная лазерная спектроскопия
3. Лазерная атомно-флуоресцентная спектроскопия
4. Спектральный анализ металлов и сплавов
5. Оптико-спектральное приборостроение
6. Микроволновая спектроскопия молекулярных комплексов
6. Лазерная селективная спектроскопия примесных твердых сред
 - Некогерентное фотонное эхо
 - Спектроскопия одиночных молекул
7. Низкотемпературная динамика неупорядоченных твердых сред
8. Спектральная визуализация (микроскопия) одиночных молекул, квантовых точек и наночастиц
9. Дальнеполевая оптическая нанодиагностика примесных конденсированных сред и наноструктур



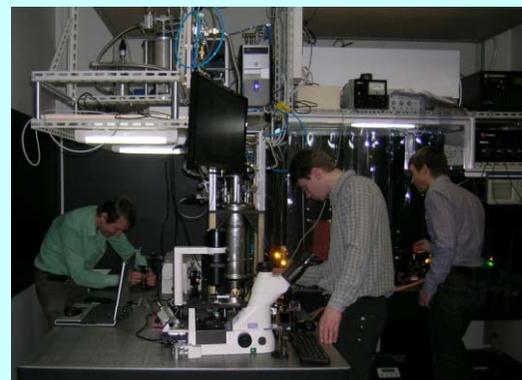
*Основатель отдела
Роман Иванович Персонов
(1932-2002)*



*Диодный лазерный
абсорбционный спектрометр
для контроля температуры
в газовых потоках*



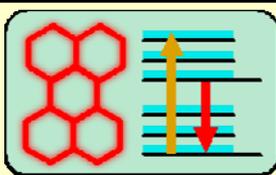
*Некогерентный эхо-спектрометр
для исследования
ультрабыстрой динамики
неупорядоченных сред*



*Лабораторный комплекс для
спектроскопии и микроскопии
одиночных молекул, квантовых
точек и наноструктур*



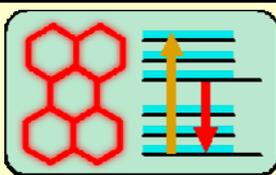
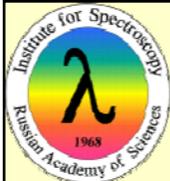
*Микроволновый спектрометр
на основе ОРОТРОНа для
исследования молекулярных
комплексов*



Отдел молекулярной спектроскопии

Основные достижения в 2008-2012 гг.

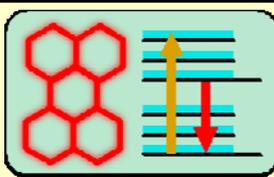
- Разработана методика бесконтактного измерения параметров (температура, давление, концентрация паров воды) до- и сверхзвуковых газовых потоков, основанная на быстрой регистрации нестационарных спектров поглощения тестовой молекулы (H_2O) в газовой среде. В качестве зондирующего излучения используется перестраиваемый диодный лазер ближнего ИК-диапазона (1,39 мкм). Разработана и оптимизирована модель аппроксимации сложных многокомпонентных спектров (Д.ф.-м.н. М.А. Большов, к.ф.-м.н. Ю.А. Курицын, к.ф.-м.н. В.В. Лигер, к.ф.-м.н. В.Р. Мироненко в сотрудничестве с Объединенным институтом высоких температур РАН).
- Разработанная версия сенсора на основе абсорбционного спектрометра с перестраиваемым лазерным диодом испытана для диагностики процессов горения в закрытой камере сверхзвуковой аэродинамической трубы в Объединенном институте высоких температур РАН. Сгорание в сверхзвуковых потоках смеси воздуха с водородом или этиленом инициировалось и поддерживалось импульсным электрическим разрядом. Параметры воздушного потока: число Маха $M=2$, статическое давление 150-300 Торр, кинетическая температура 300 К. (Д.ф.-м.н. М.А. Большов, к.ф.-м.н. Ю.А. Курицын, к.ф.-м.н. В.В. Лигер, к.ф.-м.н. В.Р. Мироненко в сотрудничестве с Объединенным институтом высоких температур РАН).
- Разработана и использована при первичной обработке данных оригинальная техника 2D-визуализации нестационарных спектров поглощения. Процедура существенно упрощает выбор наиболее важных временных периодов процесса горения. Из динамических спектров поглощения найдены величины температуры и парциального давления паров воды – 1050 К и 21 Торр, соответственно. Оценочная точность измерения температуры ± 40 К. Временное разрешение техники ~ 1 мс. Выбранный спектральный диапазон с линиями поглощения H_2O позволяет осуществлять измерения в горячей зоне до температур 1500 К. Для более высоких температур необходимо использование переходов на более высокие энергетические уровни тестовой молекулы. (Д.ф.-м.н. М.А. Большов, к.ф.-м.н. Ю.А. Курицын, к.ф.-м.н. В.В. Лигер, к.ф.-м.н. В.Р. Мироненко в сотрудничестве с Объединенным институтом высоких температур РАН).
- При изучении строения малых гелиевых кластеров с внедренной молекулой CO получен вид угловой анизотропии потенциала взаимодействия CO с гелиевым окружением и показано, что молекула CO вращается почти свободно, а атомы He действуют, как единая связанная система. Анализ изотопических зависимостей измеренных частот переходов в молекулярных комплексах (He_N – изотопологи CO) для $N = 1 \div 10$ выявил, что атомы гелия аккумулируются вблизи атома кислорода до $N = 6$, а далее занимают позиции вблизи атома углерода до заполнения первой координационной сферы. (Д.ф.-м.н. Б.С. Думеш, д.ф.-м.н. Л.А. Сурин, к.ф.-м.н. А.В. Потапов, к.ф.-м.н. В.А. Панфилов в сотрудничестве с Cologne University, Germany).



Отдел молекулярной спектроскопии

Основные достижения в 2008-2012 гг.

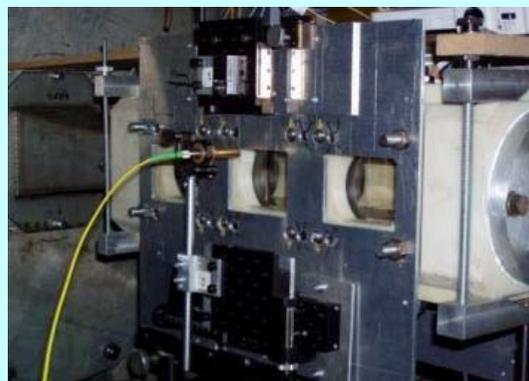
- Разработан ряд методов исследования низкотемпературной динамики неупорядоченных молекулярных систем с применением спектроскопии одиночных молекул (ОМ). Методы основаны на измерении индивидуальных оптических спектров и флуоресцентных изображений ансамбля ОМ, внедряемых в изучаемую среду в качестве нанозондов. С использованием разработанных методов получена принципиально новая информация о локальных и квазилокальных туннельных и колебательных возбуждениях и процессах структурной релаксации в сложных молекулярных системах при низких температурах. В частности, показано, что при температурах 2-30 К в ряде неупорядоченных сред (олигомеры и низкомолекулярные органические стекла), наблюдаемая спектральная динамика большей части ОМ качественно отличается от предсказаний стандартной модели низкотемпературных стекол. Получена новая информация о микроскопической природе процессов структурной релаксации в пленках из органических стекол, аморфных полимеров и молекулярных поликристаллов в широком диапазоне низких температур от 4 К до температур стеклообразования (Д.ф.-м.н. Ю.Г. Вайнер, д.ф.-м.н. А.В. Наумов, к.ф.-м.н. А.А. Горшеле, к.ф.-м.н. И.Ю. Еремчев в сотрудничестве с Университетом г. Байройт, ФРГ).
- Разработан метод дальнеполевой оптической диагностики твердых сред с нанометровым пространственным разрешением по спектрам и изображениям примесных одиночных молекул (ОМ). Метод основан на последовательно-параллельном мониторинге и последующем статистическом анализе координат и спектров гигантского количества (сотни тысяч – миллионы) молекул. Поперечные координаты ОМ определяются с субдифракционной точностью путем анализа их флуоресцентных изображений. Продемонстрирована возможность установления фундаментальных закономерностей, связывающих индивидуальные спектральные характеристики ОМ с локальным структурным беспорядком, а также с макроскопическими фотофизическими параметрами объемных материалов. (Д.ф.-м.н. А.В. Наумов, к.ф.-м.н. А.А. Горшелев, д.ф.-м.н. Ю.Г. Вайнер в сотрудничестве с Университетом г. Байройт, ФРГ).
- Разработана и впервые реализована в эксперименте оригинальная техника спектрального анализа мерцающей (флуктуирующей) флуоресценции и определения статистики фотонов одиночных люминесцирующих квантовых объектов (молекул, полупроводниковых квантовых точек), основанная на наблюдении временной эволюции их спектров. Продемонстрирована возможность определения временных и энергетических параметров переходов одиночных люминофоров в безызлучательные «темные» состояния, что открывает путь к пониманию причин мерцания и способам управления этим процессом. Для исследованных объектов (органических молекул в полимерной пленке) были выявлены и разделены механизмы переходов в «темное» состояние: светоиндуцированные переходы и термонаведенные структурные изменения в локальном окружении молекул. (Д.ф.-м.н. А.В. Наумов, д.ф.-м.н. И.С. Осадько, д.ф.-м.н. Ю.Г. Вайнер, к.ф.-м.н. И.Ю. Еремчев, асп. С.В. Орлов в сотрудничестве с Университетом г. Байройт, ФРГ).



Отдел молекулярной спектроскопии

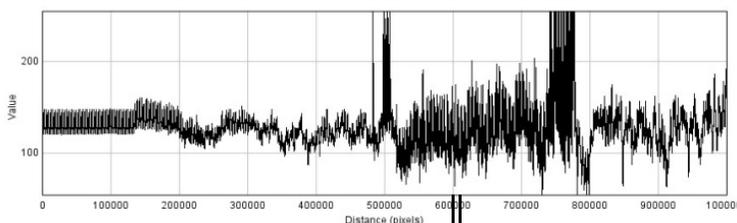
Некоторые проекты и результаты

Метод измерения параметров до- и сверхзвуковых газовых потоков методами лазерной спектроскопии с перестраиваемыми лазерными диодами

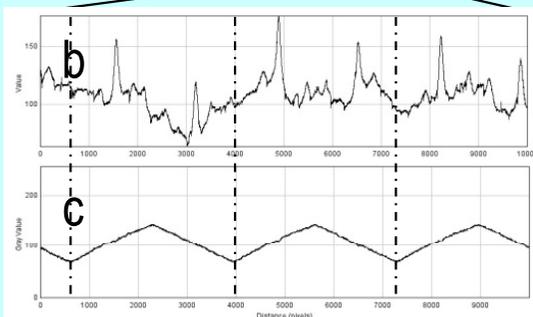


Диодный лазерный абсорбционный спектрометр

Исходные спектры

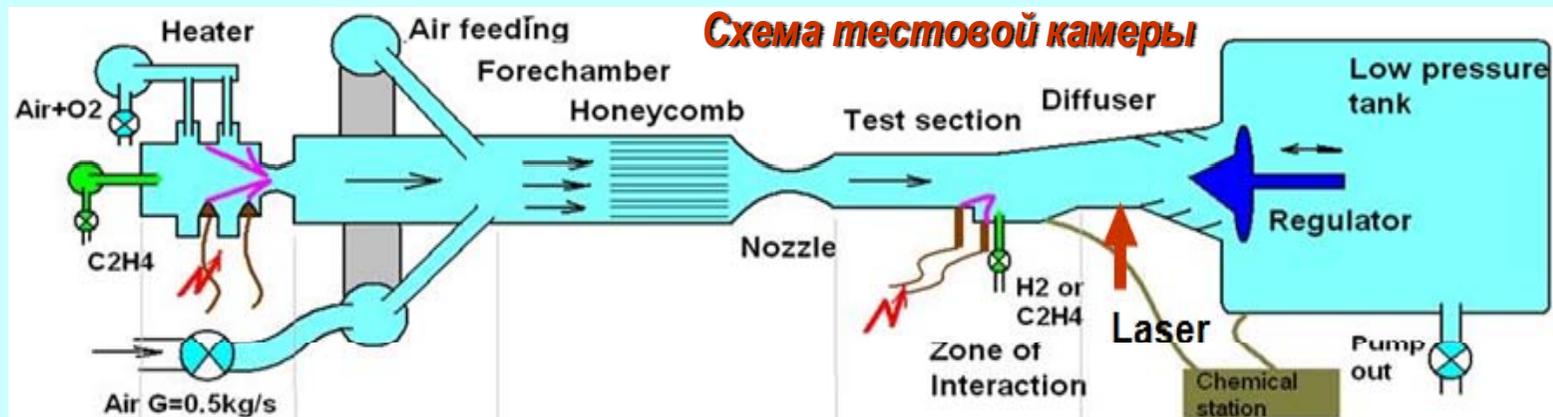


Начальные 250 мс процесса

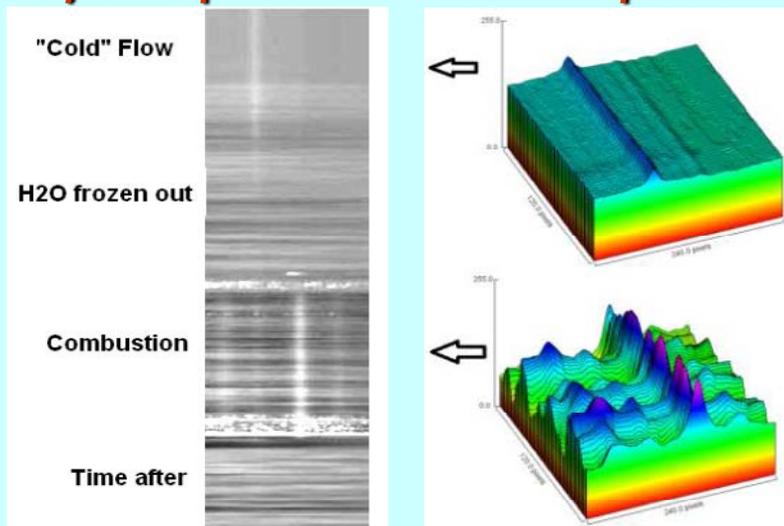


Спектры в трех последовательных сканах

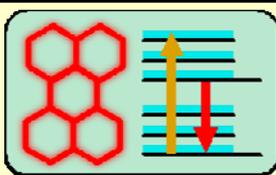
Изменение интенсивности ДЛ в процессе перестройки длины волны



2D и 3D представление нестационарных спектров на различных этапах горения



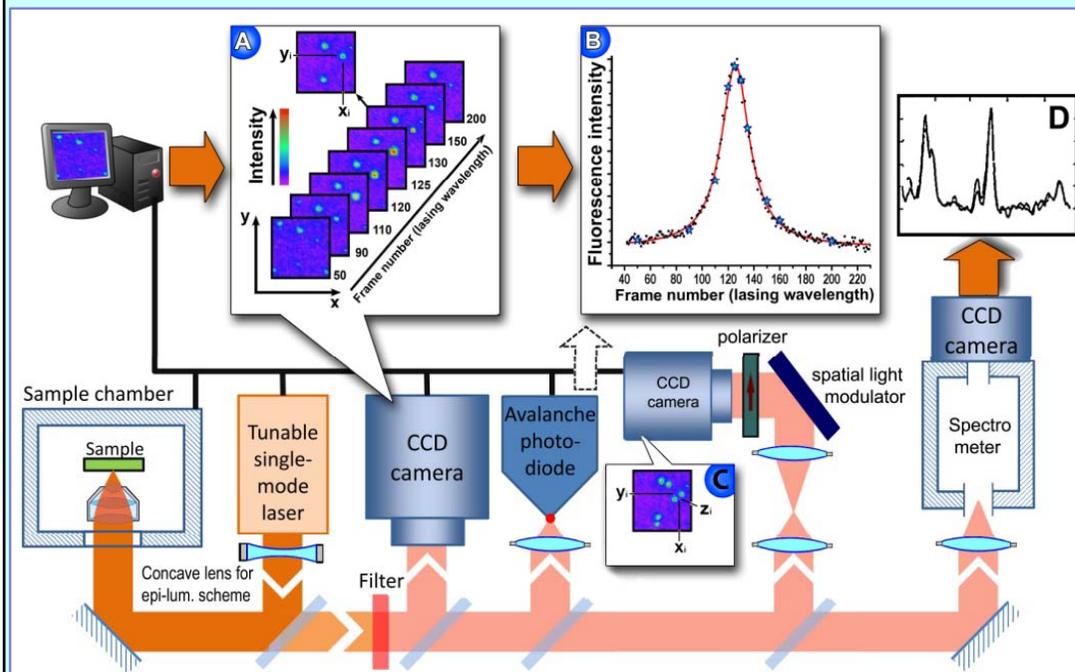
M.A. Bolshov et al. *Applied Physics B*, 100, 397 (2010).



Отдел молекулярной спектроскопии

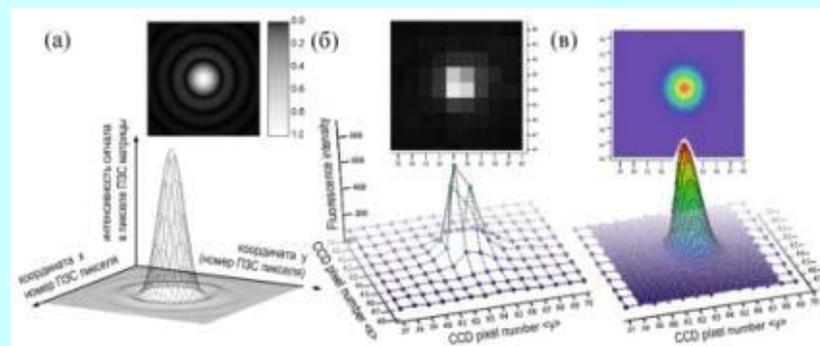
Некоторые проекты и результаты

Последовательно-параллельное детектирование спектров и изображений одиночных молекул
 Характеризация ВСЕХ одиночных излучателей в макро-объеме: связь микро- и макро-характеристик



«Паспорт» для каждого одиночного излучателя (молекулы, квантовой точки):

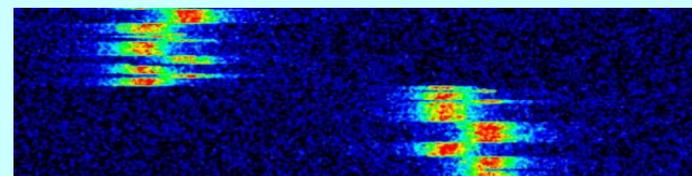
- 3D-Координаты (анализ аппаратной функции \Rightarrow нм-точность) -



- Спектры возбуждения флуоресценции, люминесценции, КР -



- Спектральная история (спектральный след) -



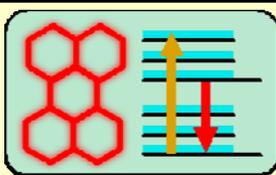
- Эффекты внешнего поля и температуры -

- Статистика фотонов -

Универсальный люминесцентный микроскоп-спектрометр одиночных молекул, квантовых точек и наноструктур

- (A) Многоканальная регистрация спектров возбуждения флуоресценции с субдифракционным контролем поперечных координат излучателей.
- (B) Измерение спектра возбуждения флуоресценции в конфокальной схеме.
- (C) Субдифракционная реконструкция всех 3-х пространственных координат точечных излучателей с использованием техники биспиральной аппаратной функции точечного источника (double-helix point spread function).
- (D) Регистрация спектров люминесценции (комбинационного рассеяния).

A.V. Naumov, A.A. Gorshelev, Y.G. Vayner, L. Kador, J. Koehler, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 13, 1734 (2011) - Cover page article

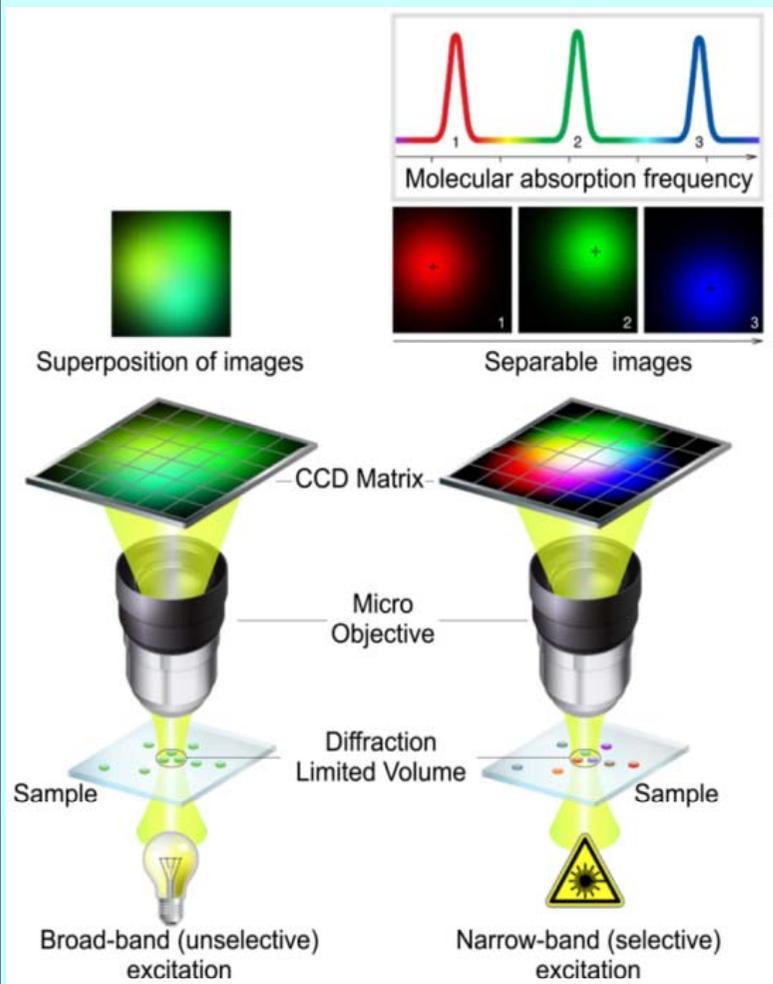


Отдел молекулярной спектроскопии

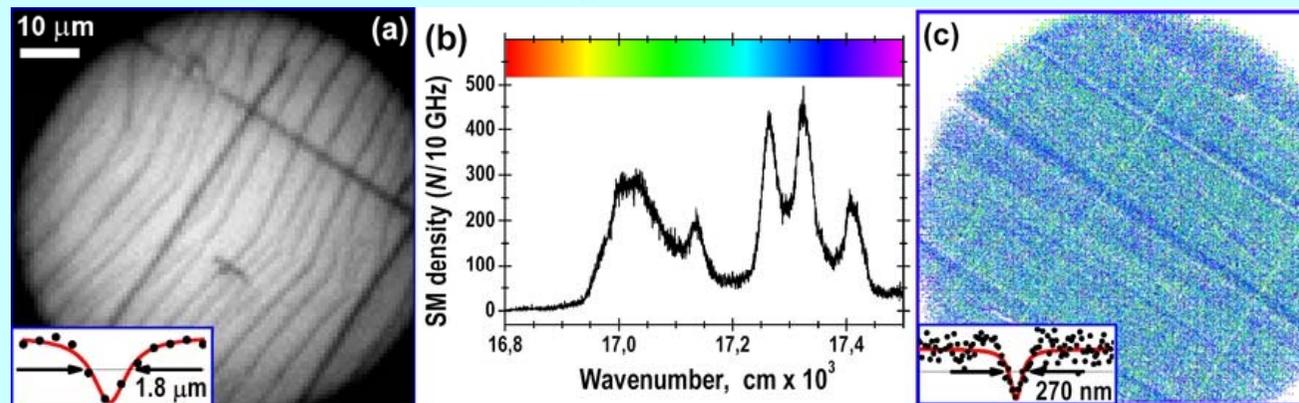
Некоторые проекты и результаты

Дальнеполевая многоцветовая оптическая нанодиагностика на основе лазерной селективной спектроскопии и визуализации одиночных квантовых излучателей

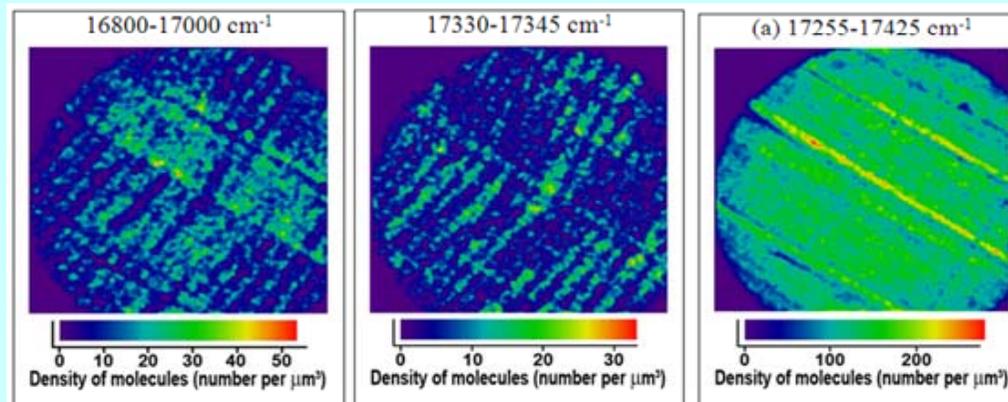
Идея техники



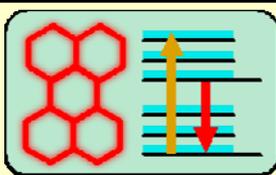
Пример реализации



Замороженный поликристаллический орто-дихлоробензол, легированный молекулами террилена: микрофотография в белом свете (a) и наноструктура, реконструированная по расположениям (поперечным координатам) 286931 одиночных молекул (c), расцветченных в соответствии с частотой их бесфонных линий (b).



A. Naumov, A. Gorshlev, Y. Vainer, L. Kador, J. Koehler, *Angewandte Chemie*, 48, 9747 (2009) – Cover page article



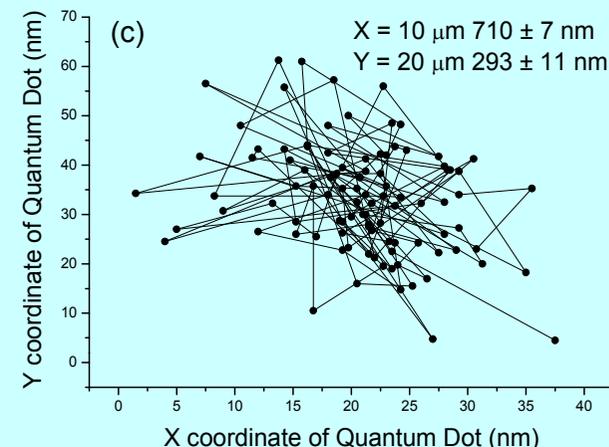
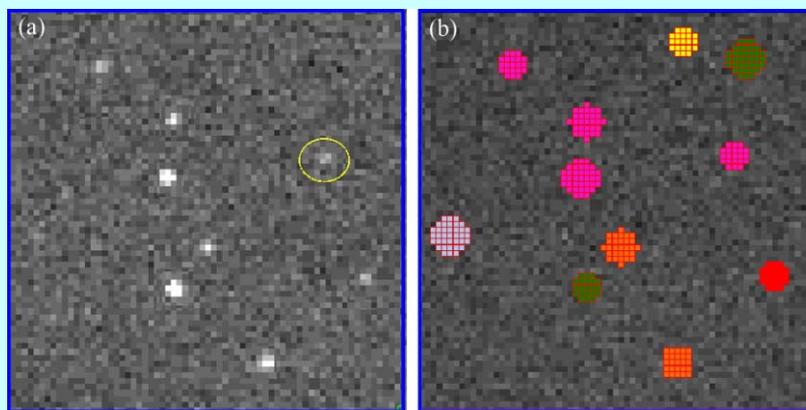
Отдел молекулярной спектроскопии

Некоторые проекты и результаты

Спектротомия одиночных молекул, диэлектрических и полупроводниковых нанокристаллов (квантовых точек, КТ): исследование природы мерцающей люминесценции

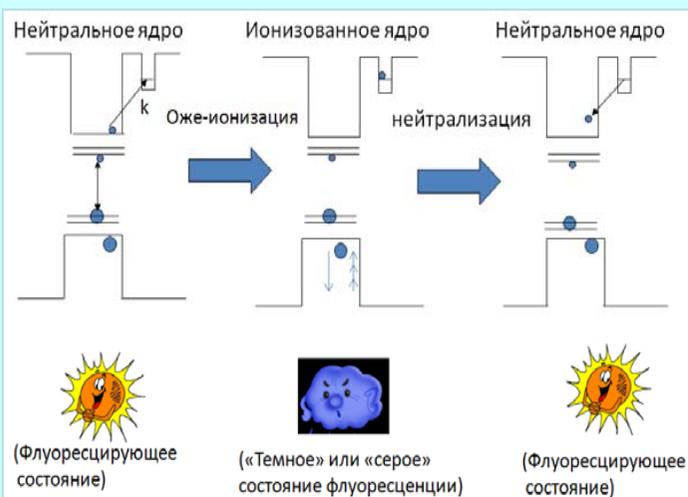


Микроскоп-спектрометр одиночных квантовых объектов

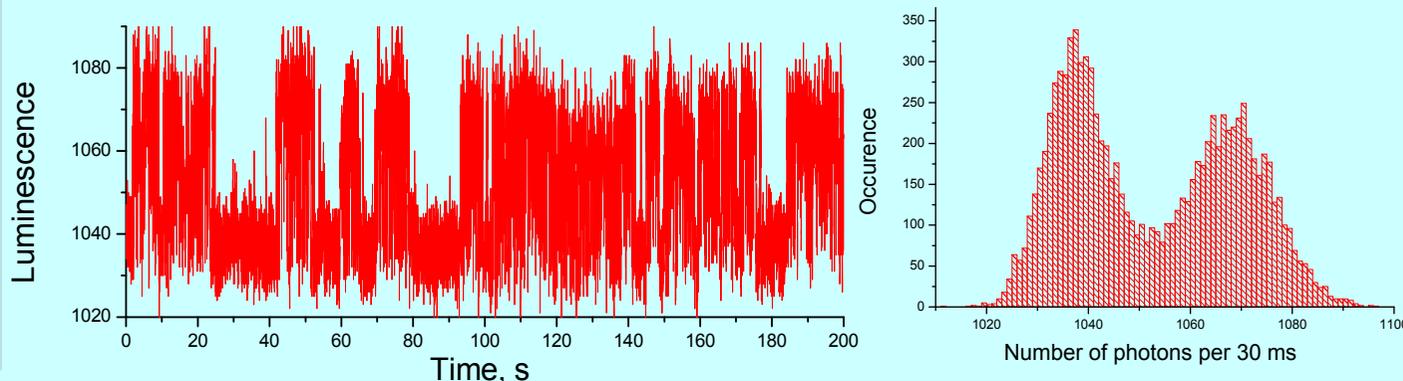


Автоматическое распознавание изображений одиночных КТ и нахождение координат

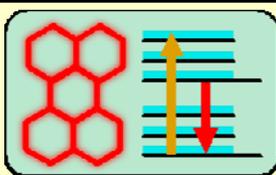
- (a) Изображения КТ CdSe/ZnS в ПЗС-камере (экспозиция - 20 мс, возбуждение на 532 нм).
- (b) Реконструкция образов КТ (анализ аппаратной функции – аппроксимация 2D-Гауссианом).
- (c) Точность определения поперечных координат для яркой КТ.



Модель мерцающей люминесценции одиночной КТ



Квантовая траектория интенсивности люминесценции и функция распределения фотонов люминесценции одиночной КТ

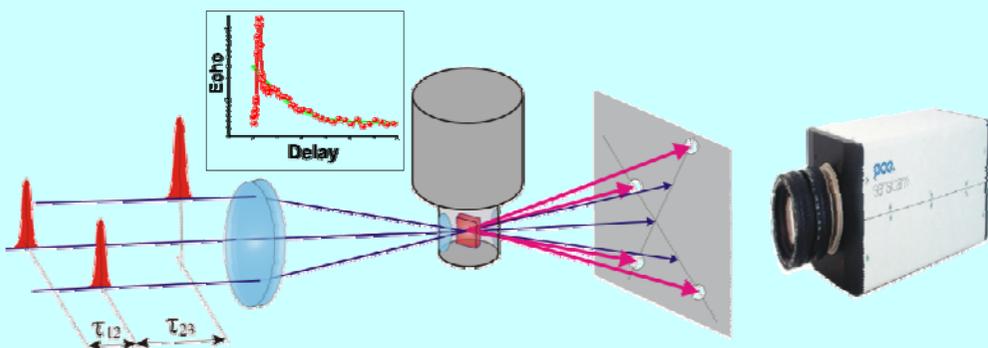


Отдел молекулярной спектроскопии

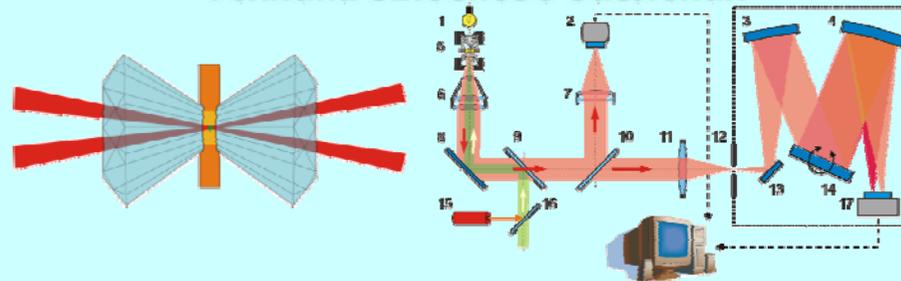
Некоторые проекты и результаты

Спектроскопия фотонного эха (ФЭ) в примесных твердотельных средах в широком диапазоне температур и давлений: исследование быстропротекающих динамических процессов в аморфных структурах (органических стеклах и полимерах)

Схема эксперимента ФЭ



Техника высокого давления



Оптическая камера высокого давления с сапфировыми наковальнями и техника измерения давления методом люминесцентной микроспектроскопии рубиновых зондов

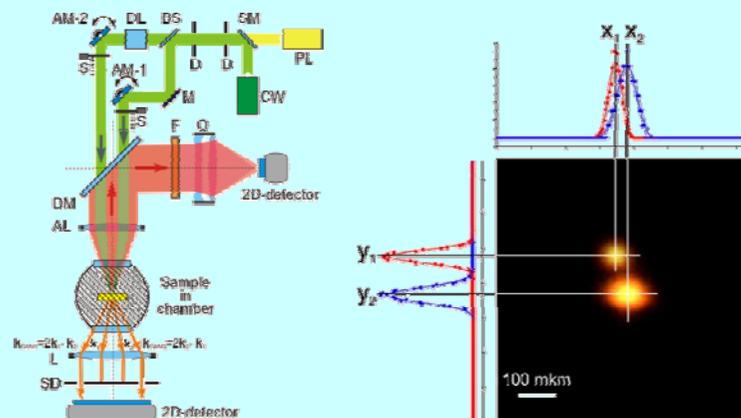
Уникальный спектрометр некогерентного ФЭ

(создан проф. Ю.Г. Вайнером [Опт. и спектр. 76, 252, 1994])

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

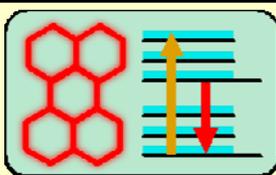
- Рабочий диапазон длин волн: 560-620 нм (зависит от красителя)
- Спектральная ширина импульсов: до 300 см^{-1}
- Длительность импульса: 15 нс
- Энергия в импульсе: до 2 мДж
- Частота повторения импульсов: до 10 Гц
- Временное разрешение: до 20-30 фс
- Температурный диапазон измерений: 1,8-300 К
- Точность установки температуры: 0,05 К
- Высокое давление в образце: до 30 кбар
- Прецизионная фокусировка лазерных лучей на образце

Точное сведение и фокусировка лучей



Устройство и методика для точного сведения и фокусировки нескольких лазерных лучей в экспериментах по ФЭ, четырехволновому смешению и смежных техниках (накачка-зондирование)

K.R. Karimullin, M.V. Knyazev, I.Yu. Eremchev, Yu.G. Vainer, A.V. Naumov, *Measurement Science & Technology*, 24, 027002 (2013)



Отдел молекулярной спектроскопии

Некоторые проекты и результаты

Оптико-спектральное приборостроение: примеры разработок

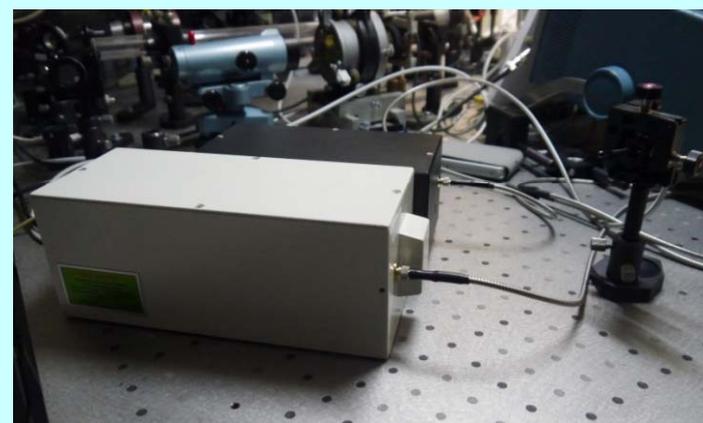
В лаборатории аналитической спектроскопии (группа к.т.н. А.М. Лившица) многие годы ведутся разработки различных методик эмиссионного спектрального анализа металлических сплавов на основе современной аналитической аппаратуры. На базе этих работ фирма "Спектроприбор", проведя соответствующие ОКР, разработала и наладила производство компактных эмиссионных спектрометров серии ПАПУАС-4, которые сегодня с успехом эксплуатируются как в нашей стране, так и за рубежом. В настоящее время проводятся работы по увеличению чувствительности, точности и воспроизводимости спектрального анализа металлических сплавов с использованием различных источников возбуждения спектра. Один из источников - генератор высоковольтной конденсированной искры, выполненный по "простой" схеме - позволяет выполнять точные количественные измерения и при этом не требует использования инертных газов. Еще одним из направлений деятельности является разработка способов оперативного пробоотбора вещества измеряемых образцов, используя соединение ранее известных методов с новыми возможностями спектрального оборудования. Следует также отметить тесное сотрудничество группы с заводскими лабораториями в которых проходит апробация ее новых разработок. Такое взаимодействие с одной стороны подтверждает полезность и правильность проводимых работ, а с другой является источником новых идей. В последнее время в группе ведется разработка программного и методического обеспечения для спектрометров типа ПАПУАС с целью их использования в процессе обучения студентов приборам и методам эмиссионного спектрального анализа. Опытный вариант такого учебного комплекса установлен в лаборатории МФТИ.

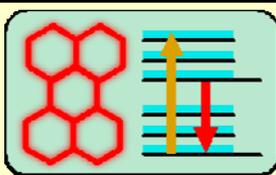
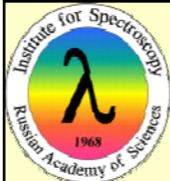
В лаборатории электронных спектров молекул разработан портативный спектрометр на основе эшелле-решетки, который может быть использован для контроля параметров излучения полупроводниковых лазеров (В.Н. Крашенинников, В.П. Виноградов).

Компактный эмиссионный спектрометр ПАПУАС-4



Портативный эшелле-спектрометр

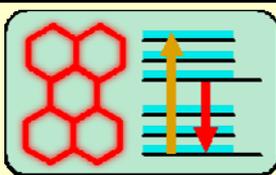
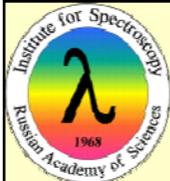




Отдел молекулярной спектроскопии

Избранные публикации в 2008-2012 гг.

1. Claude Boutron, Carlo Barbante, Sungmin Hong, Kevin Rosman, Michael Bolshov, Freddy Adams, Paolo Gabrielli, John Plane, Soon-Do Hur, Christophe Ferrari, and Paolo Cescon. Heavy Metals in Antarctic and Greenland Snow and Ice Cores: Man Induced Changes During the Last Millennia and Natural Variations During the Last Climatic Cycles. In: Persistent Pollution – Past, Present and Future. Part I, pp. 19-48. (Eds. Q. Markus, R. Ebinghaus, F. Götz). School of Environmental Research, Helmholtz Zentrum, Geesthacht.
2. M.A. Bolshov, Y.A. Kuritsyn, V.V. Liger, V.R. Mironenko, S.B. Leonov, D.A. Yarantsev. Measurements of the temperature and water vapor concentration in a hot zone by tunable diode laser absorption spectrometry. In: TDLS 2009, Selected Papers of the 7th International Conference on Tunable Diode Laser Spectroscopy, Zermatt, Switzerland, 2009, 165-176. (Eds. F.K. Tittel, M.W. Sigrist), Springer, Berlin Heidelberg, 2011.
3. N.N. Fedyunina, I.F. Seregina, M.A. Bolshov, O.I. Okina, S.M. Lyapunov. Investigation of the efficiency of the sample pretreatment stage for the determination of the Rare Earth Elements in rock samples by inductively coupled plasma mass spectrometry technique, *Analytica Chimica Acta*, 713, 97-102 (2012).
4. A.A. Dolgov, V.A. Panfilov, A.V. Potapov, L.A. Surin, Study of the spectrum of the Kr-CO weakly bound molecular complex in the millimeter-wavelength range, *Optics and Spectroscopy*, 112, 696-701 (2012).
5. A.V. Potapov, A.A. Dolgov, L.A. Surin, Millimeter-wave spectroscopy of the weakly bound molecular complex NH₃-N₂, *Opt. Spectr.*, 113, 1 (2012).
6. M.A. Bolshov, Y.A. Kuritsyn, V.V. Liger, V.R. Mironenko, Development of diode laser absorption spectroscopy method for determining temperature and concentration of molecules in remote object, *Optics and Spectroscopy*, 110, 848 (2011).
7. D.G. Filatova, I.F. Seregina, L.S. Foteeva, V.V. Pukhov, A.R. Timerbaev, M.A. Bolshov, Determination of gallium originated from a gallium-based anticancer drug in human urine using ICP-MS, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 400, 709-714 (2011).
8. A.V. Potapov, A.A. Dolgov, V.A. Panfilov, L.A. Surin, S. Schlemmer, Millimeter-wave study of the CH₄-CO complex: New measurements with OROTRON spectrometer, *Journal of Molecular Spectroscopy*, 268, 112-114 (2011).
9. M.A. Bolshov, Y.A. Kuritsyn, V.V. Liger, V.R. Mironenko, S.B. Leonov, D.A. Yarantsev, Measurements of the temperature and water vapor concentration in a hot zone by tunable diode laser absorption spectrometry, *Applied Physics B-Lasers and Optics*, 100 (2), 397-407 (2010).
10. A.V. Potapov, V.A. Panfilov, L.A. Surin, B.S. Dumesh, "The problem of structure (state of helium) in small clusters HeN-CO", *JETP*, 138, 874 (2010).
11. Raston P.L., Xu Y., Jäger W., Potapov A.V., Surin L.A., Dumesh B.S., and Schlemmer S., "Rotational study of carbon monoxide isotopologues in small 4He clusters" // *Physical Chemistry Chemical Physics*, v.12, p.8260-8267 (2009)
12. M.A. Bolshov, Y.A. Kuritsyn, V.V. Liger, V.R. Mironenko, S.B. Leonov, D.A. Yarantsev, "Measurements of gas parameters in plasma-assisted supersonic combustion processes using diode laser spectroscopy" // *Quantum Electronics*, 39 (9), 869-878 (2009)
13. A.V. Potapov, V.A. Panfilov, A.A. Dolgov, L.A. Surin, B.S. Dumesh, "Microwave spectroscopy of the weakly bound CO-ortho-D-2 molecular complex" // *Optics and Spectroscopy*, 106 (5), 655-659 (2009)
14. A.V. Potapov, L.A. Surin, V.A. Panfilov, B.S. Dumesh, T.F. Giesen, S. Schlemmer, P.L. Raston, W. Jager, "Rotational Spectroscopy of the Co-Para-H-2 Molecular Complex" // *Astrophysical Journal*, 703 (2), 2108-2112 (2009)



Отдел молекулярной спектроскопии

Избранные публикации в 2008-2012 гг.

1. Ю.Г.Вайнер, А.В. Наумов, «Молекулярные спектры», *Большая Российская Энциклопедия*, т. 20 (2012).
2. А.В.Наумов, «Спектроскопия органических молекул в твёрдых матрицах при низких температурах: от эффекта Шпольского к лазерной люминесцентной спектроскопии всех эффективно излучающих одиночных молекул», *Успехи Физических Наук*, 183, 633 (2013).
3. K.R.Karimullin, M.V.Knyazev, I.Yu.Eremchev, Yu.G.Vainer, A.V.Naumov, "A tool for alignment of multiple laser beams in pump-probe experiments", *Measurement Science and Technology*, 24, 027002 (2013).
4. S.V. Orlov, A.V. Naumov, Y.G. Vainer, L. Kador, "Spectrally resolved analysis of fluorescence blinking of single dye molecules in polymers at low temperatures", *J. Chem. Phys.*, 137, 194903 (2012).
5. I.S. Osad'ko, A.V. Naumov, I.Y. Eremchev, Y.G. Vainer, L. Kador, "Theoretical modeling of single-molecule fluorescence with complicated photon statistics", *Phys. Rev. A*, 86, 053802 (2012).
6. I.Y. Eremchev, Y.G. Vainer, A.V. Naumov, L. Kador, "Low-temperature dynamics in amorphous polymers and low-molecular-weight glasses-what is the difference?" *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 13, 1843 (2011).
7. A.V. Naumov, A.A. Gorshchev, Y.G. Vainer, L. Kador, J. Kohler, "Impurity spectroscopy at its ultimate limit: relation between bulk spectrum, inhomogeneous broadening, and local disorder by spectroscopy of (nearly) all individual dopant molecules in solids" *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 13, 1734 (2011). (**Cover Page Article**).
8. I.Y. Eremchev, Y.G. Vainer, A.V. Naumov, L. Kador, Structural relaxations in disordered solids below T_g : Study by thermal-cycling single-molecule spectroscopy, *J. Non-Cryst. Solids*, 357, 466 (2011).
9. A.A.Gorshchev, A.V.Naumov, I.Y.Eremchev, Y.G.Vainer, L.Kador, J.Kohler, Ortho-dichlorobenzene doped with terrylene - a highly photo-stable single-molecule system promising for photonics applications, *ChemPhysChem*, 11, 182 (2010). (**Cover Page Article**).
10. A.V. Naumov, A.A. Gorshchev, Y.G. Vainer, L. Kador, J. Kohler, "Far-Field Nanodiagnostics of Solids with Visible Light by Spectrally Selective Imaging", *Ang. Chem.-Int. Ed.*, 48, 9747 (2009). (**Cover Page Article**).
11. А.В.Наумов, Ю.Г.Вайнер, «Одиночные молекулы как спектральные нанозонды для диагностики динамических процессов в твердых средах», *Успехи физических наук*, 52, 322 (2009).
12. A.V.Naumov, Y.G.Vainer, L.Kador, Frequency Dependence of the Quadratic Electron-Phonon Coupling Constant in a Polymer Glass: Direct Measurement by Single-Molecule Spectroscopy, *Phys. Rev. B*, 79, 132201 (2009).
13. I.Eremchev, A.Naumov, A.Gorshchev, Yu.Vainer, L.Kador, J.Köhler, Do impurity chromophores affect the tunneling dynamics of an amorphous polymer? Investigation by single-molecule spectroscopy, *Mol. Phys.*, 107, 1943 (2009).
14. I.Y.Eremchev, A.V.Naumov, Y.G.Vainer, L.Kador, Effect of impurity molecules on the low-temperature vibrational dynamics of polyisobutylene: Investigation by single-molecule spectroscopy, *J. Chem. Phys.*, 130, 184507 (2009).
15. Yu.G. Vainer, A.V. Naumov, L. Kador, Local vibrations in disordered solids via single-molecule spectroscopy: Comparison with neutron, nuclear, Raman scattering, and photon echo data // *Phys. Rev. B*, 77, 224202 (2008).

PCCP 2011 - 13/5
Physical Chemistry Chemical Physics
www.rsc.org/pccp Volume 13 | Number 5 | 7 February 2011 | Pages 1607-1900

ISSN 1463-9076

COVER ARTICLE
Impurity spectroscopy at its ultimate limit: relation between bulk spectrum, inhomogeneous broadening, and local disorder

PERSPECTIVE
See and hear
Seeing the forest for the trees: fluorescence studies of single enzymes in the context of ensemble experiments

1463-9076(2011)13:5:1-P

A Journal of the Gesellschaft Deutscher Chemiker
Angewandte Chemie
International Edition
www.angewandte.org
2009-48/51

The spatial resolution ...
of a microscope based on focusing optics is increased by the Abbe-diffraction limit. In this Communication (page 1742) H. A. S. Hamers, J. Kohler and co-workers show that low-field imaging and spectroscopy of a glass assembly of single fluorescent molecules provides structural information about the polycrystalline nanofiber on a nanometer length scale, which is well below the Abbe limit. The enhanced image reveals clear correlations between the location of the chromophores and their spatial properties.

WILEY-VCH



Отдел лазерной спектроскопии

Общая информация



**Зав. отделом
Зав. лабораторией
д.ф.-м.н. Е.А. Рябов**



**Зав. лабораторией
д.ф.-м.н. С.В. Чекалин**



**Зав. лабораторией
д.ф.-м.н. В.И. Балыкин**

Отдел лазерной спектроскопии был организован в 1970 г. профессором, д.ф.-м.н. В.С.Летоховым (10.11.1939 - 21.03.2009), который возглавлял отдел практически вплоть до последних дней жизни. С 2009 г. отдел возглавляет профессор, д.ф.-м.н. Е.А. Рябов. Со времени своего образования в отделе выполнен широкий круг исследований по различным направлениям лазерной спектроскопии. Это, в частности, исследования в области селективной лазерной химии. Развитые методы селективного воздействия на атомы и молекулы легли в основу ряда эффективных способов лазерного разделения изотопов.

В отделе были предложены и развиты методы лазерного контроля и управления движением атомов, выполнены первые эксперименты по охлаждению, коллимации и отражению атомных пучков лазерным излучением. Было также предложено и реализовано селективное детектирование атомов и молекул методами многофотонной резонансной ионизации этих частиц, что позволило развить методы ультрачувствительного анализа. Используя развитые методы пико- и фемтосекундной нелинейной лазерной спектроскопии, были выполнены исследования ультрабыстрых процессов в конденсированных средах. Кроме того, в отделе в разное время проводились исследования по лазерной оптико-масс-спектроскопии органических молекул, разработке новых схем получения лазерного излучения, в том числе в рентгеновской области, применению лазеров в ядерной физике, медицине и т.д.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:

- Лаборатория лазерной спектроскопии (зав. лаб. – д.ф.-м.н., проф. В.И. Балыкин)
- Лаборатория спектроскопии ультрабыстрых процессов (зав.лаб. - д.ф.-м.н., проф. С.В.Чекалин)
- Лаборатория спектроскопии возбужденных состояний (зав.лаб. - д.ф.-м.н., проф. Е.А. Рябов)

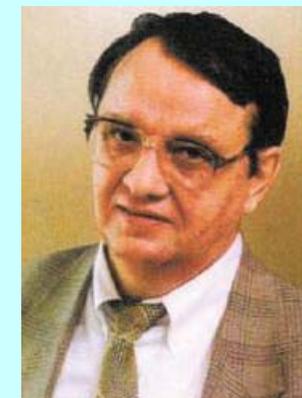


Отдел лазерной спектроскопии

Основные научные направления

- **Лазерная спектроскопия: фундаментальные исследования и приложения**

- лазерное охлаждение и захват атомов
- атомная оптика, атомная нанолитография
- нанооптика
- фемтооптика, фемтохимия
- микроскопия сверхвысокого разрешения
- внутримолекулярная и внутрикластерная динамика
- высоковозбужденные молекулы
- молекулярные и кластерные пучки
- лазерное разделение изотопов и др.



Основатель отдела
Владилен Степанович Летохов
(1939-2009)



Лабораторный комплекс атомной- и нанооптики центра коллективного пользования ИСАН (класс чистоты – ISO-3,5,7)



Лабораторный комплекс фемтосекундной лазерной спектроскопии центра коллективного пользования ИСАН



Отдел лазерной спектроскопии

Основные достижения в 2008-2012 гг.

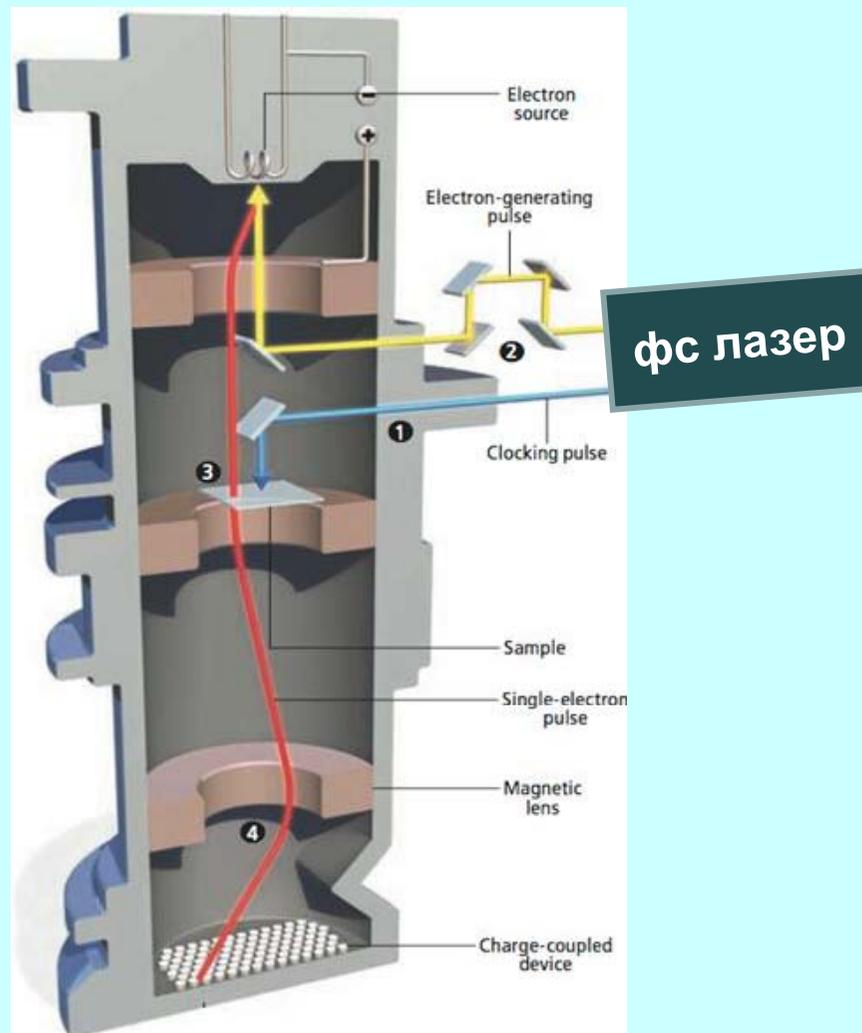
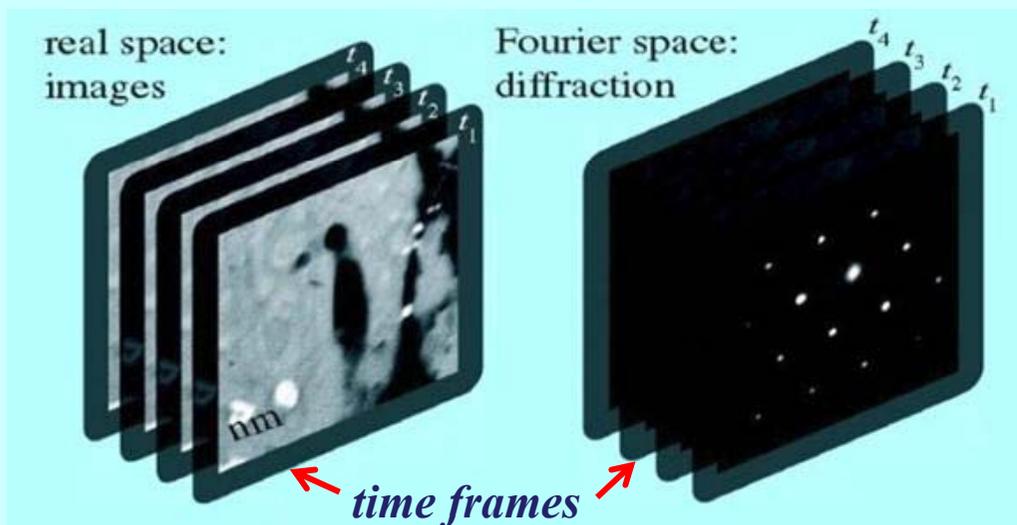
- **Внутримолекулярная динамика.** Разработаны экспериментальные методы использованы для изучения внутримолекулярного перераспределения энергии (IVR) в свободных молекулах. Методами спектроскопии СКР с пикосекундным разрешением исследован процесс (IVR) в ряде производных ацетилена. Обнаружена сверхмедленная (2,3 нс) IVR. Разработана теория исследованного процесса. Методами фемтосекундной лазерной спектроскопии исследована кинетика IVR при возбуждении колебаний CO и CCO связей (~5 мкм) в ряде молекул. Измерены времена IVR как в возбуждаемых резонансных, так и в не возбуждаемых колебаниях. Реализовано мод-селективное многофотонное резонансных молекулярных связей.
- **Кластеры и внутрикластерная динамика.** Исследована динамика внутрикластерных реакций, в т.ч. распад кластеров, вызванных резонансным возбуждением электронных и колебательных состояний кластеризованных молекул с помощью фемтосекундных импульсов УФ и ИК излучения соответственно. Впервые осуществлено прямое наблюдение динамики образования I_2^+ при УФ возбуждении кластеров $(CF_3I)_n$, а также распада этих кластеров. В экспериментах с кластерами $(Fe(CO)_5)_n$ впервые зарегистрирована диссоциация кластеров в результате возбуждения кластеризованных молекул резонансным ИК излучением фемтосекундного лазера. Измерены характерные времена этого процесса.
- **"Расщепленное" нанотверстие как оптический резонатор (SHR).** Предложен и экспериментально реализован новый элемент для нанооптики и наноплазмоники. Впервые продемонстрировано использование SHR в качестве высокоэффективного нелинейного оптического нано размерного элемента для: (1) генерации третьей гармоники от единичного SHR; (2) возбуждения интенсивной многофотонной люминесценции; (3) построения поляризационного сверхчувствительного наноэлемента; (4) а также, в качестве возможного практического применения, построения оптического нано-дисплея.
- **Атомная фемто ловушка.** Единичный атом "в покое" является идеальным объектом для многих физических фундаментальных и прикладных исследований. Предложен и исследован подход к минимизации эффекта локализирующего атом лазерного поля на его внутренние и внешние степени свободы при использовании для построения ловушки лазерных фемтосекундных импульсов. Суть подхода заключается в использовании кратковременного и периодического по времени действием лазерного поля на пространственное движение очень медленного атома. Показано, что атом в фемто ловушке может быть пространственно локализован в нанометровом диапазоне.
- **Сверхбыстрая десорбция молекул мягким рентгеном.** Впервые экспериментально продемонстрирована десорбция органического проводящего полимера мягким рентгеновским излучением, генерируемым фемтосекундным лазерным источником. Эти результаты открывают возможность исследования поверхности с нанометровым пространственным разрешением и высокой элементной селективностью, а также изучения фотодесорбции с высоким временным разрешением.
- **Фемтосекундные световые пули в плавленом кварце.** Экспериментально получены и исследованы световые пули в ИК диапазоне, локализованные в пространстве и времени. Их длительность достигает ~ 10 фс (менее двух периодов возбуждающего ИК поля).



Отдел лазерной спектроскопии

Некоторые проекты и результаты

Электронная микроскопия с временным разрешением - 4D-microscopy (новый реализуемый проект)



Задачи:

- **Материаловедение:**

Динамика ядер в твердом теле, плавление и т.д.

- **Химия:**

Динамика реакций – “молекулярное кино”

- **Нанофизика:**

Динамика в наночастицах



Отдел лазерной спектроскопии

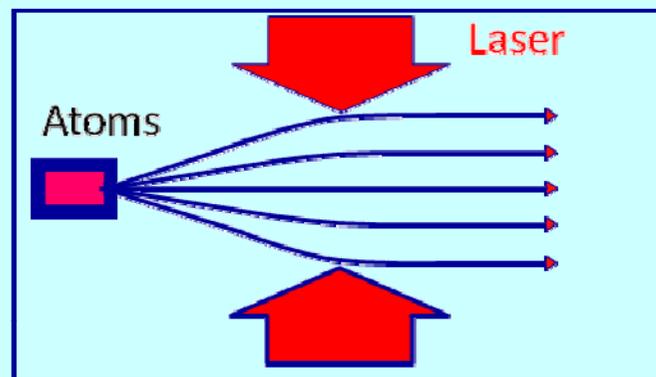
Некоторые проекты и результаты

Атомная оптика и нанотехнологии

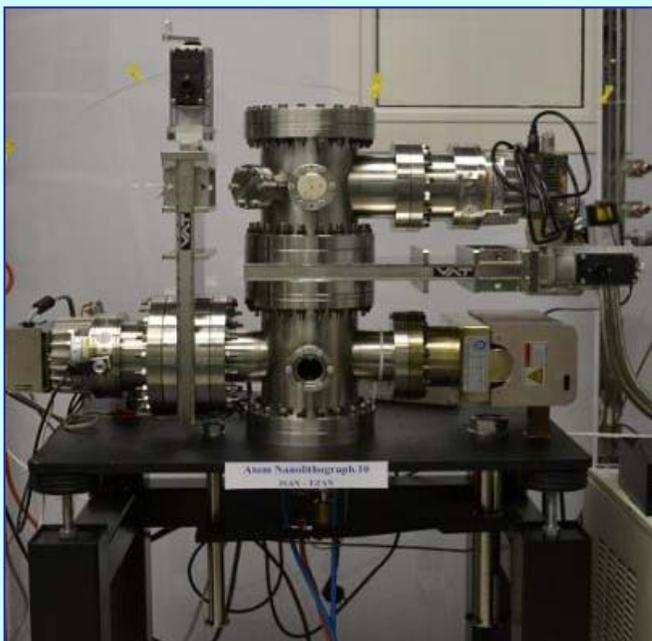
Атомная оптика

- Лазерное охлаждение
- Атомные линзы, зеркала...
- Атомные гироскопы
- Атомный градиометр
- Атомная нанофабрикация

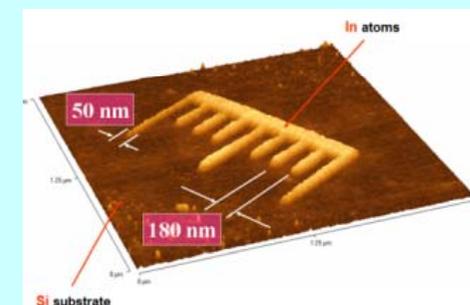
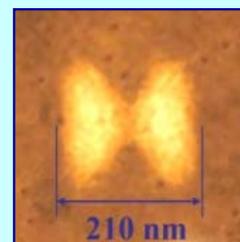
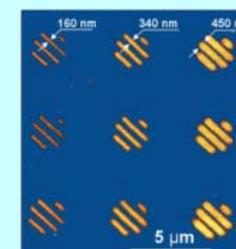
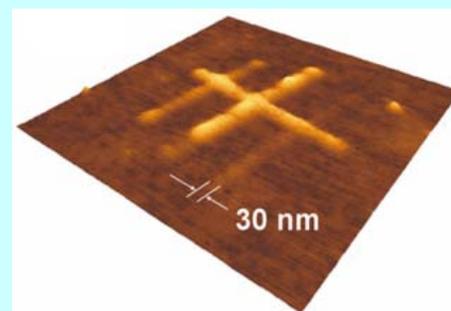
Глубокая фокусировка атомов



Атомный нанолитограф



Наноструктуры, созданные на атомном нанолитографе



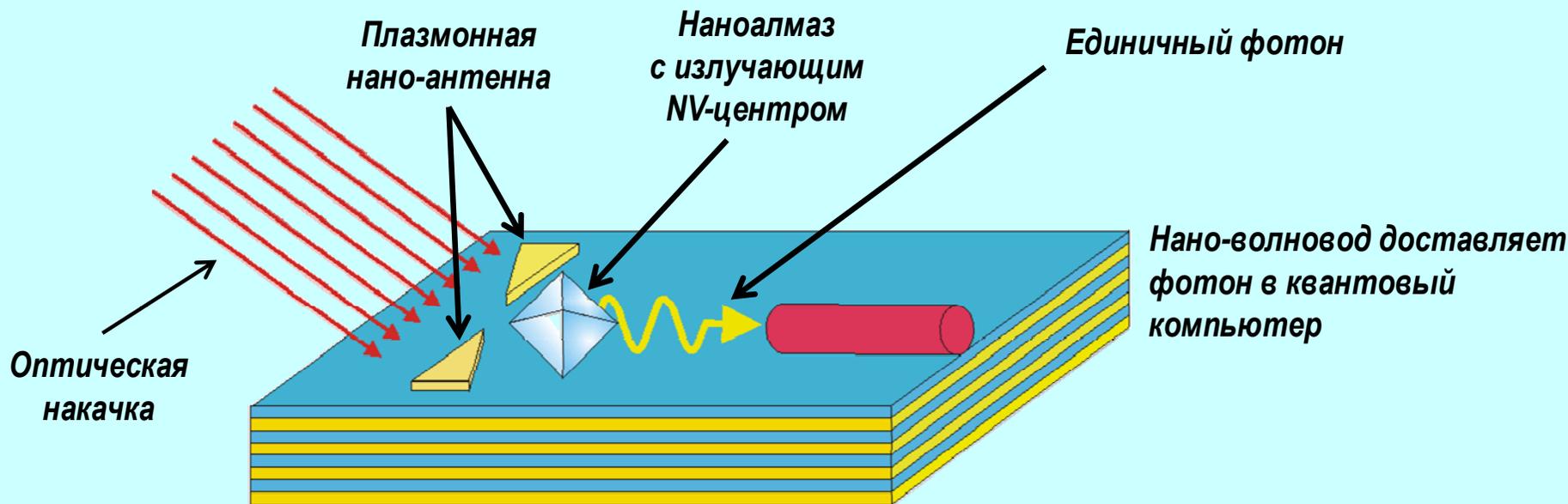


Отдел лазерной спектроскопии

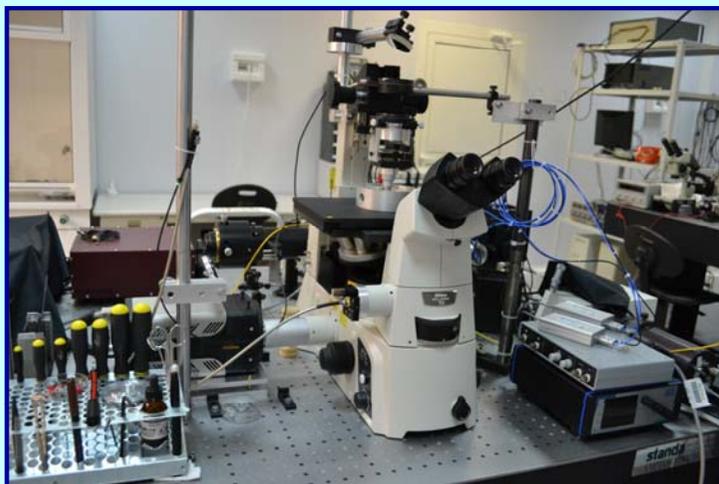
Некоторые проекты и результаты

Нанооптика: от нанотехнологий к квантовым технологиям

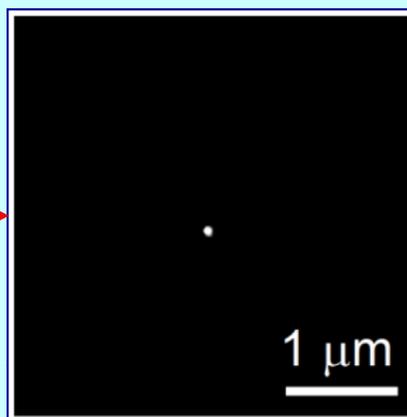
Источник одиночных фотонов для квантовой коммуникации



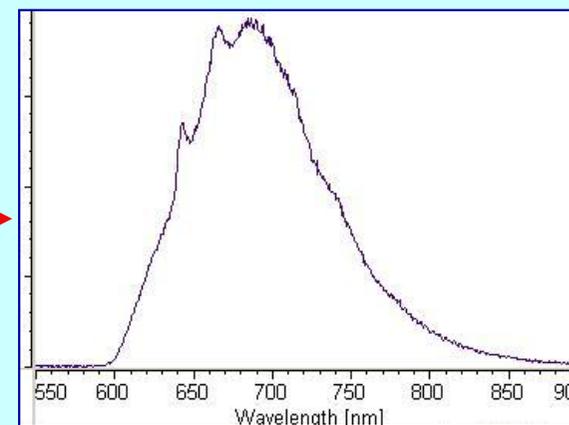
Микроскопия и спектроскопия



35 нм нано-алмаз



Фотолюминесценция



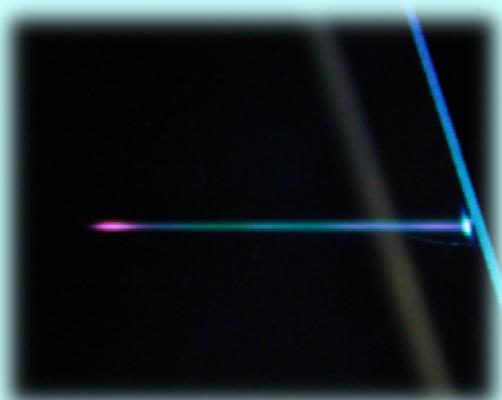


Отдел лазерной спектроскопии

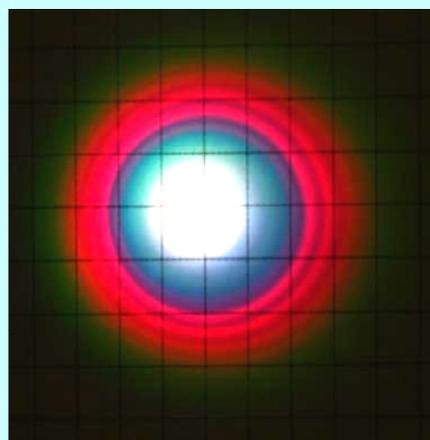
Некоторые проекты и результаты

Фемтосекундная лазерная филаментация: образование ультракоротких световых пучков

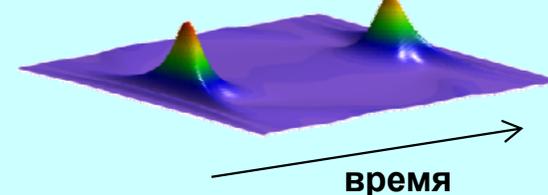
Филаментация в кварце



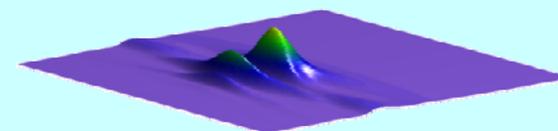
Коническая эмиссия на экране



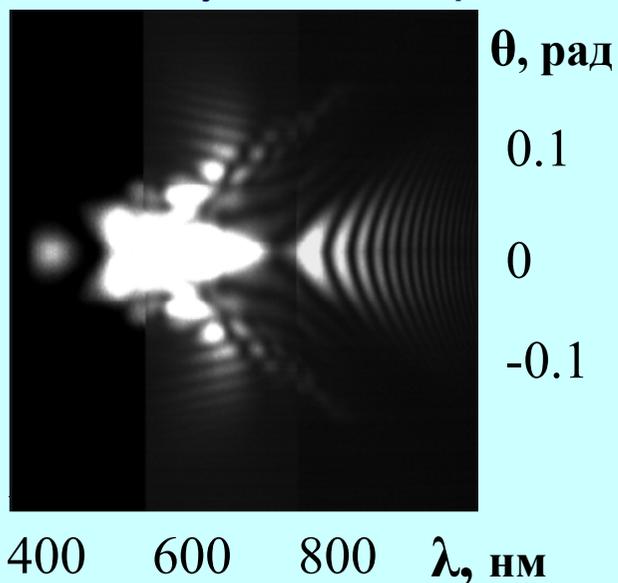
Нормальная дисперсия



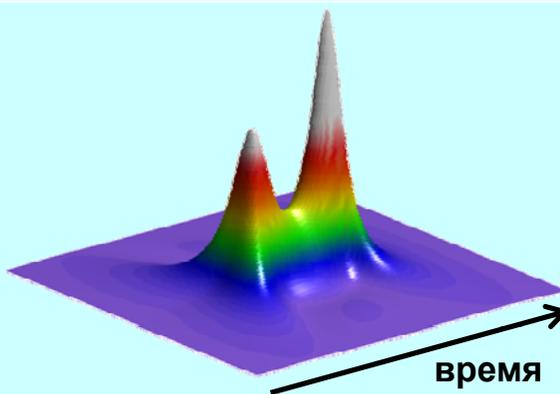
Нулевая дисперсия



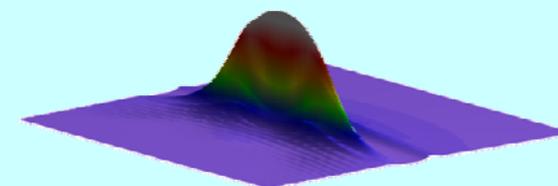
Частотно-угловой спектр



Пространственно-временной профиль импульса



Аномальная дисперсия



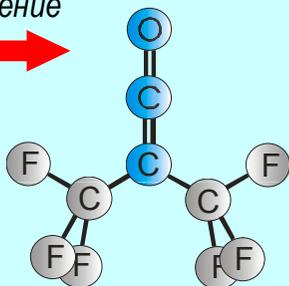


Отдел лазерной спектроскопии

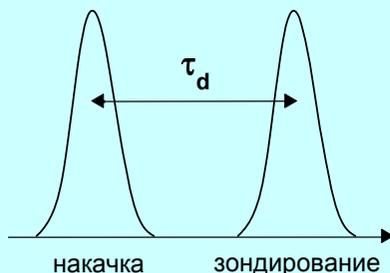
Некоторые проекты и результаты

Мод-селективное колебательное возбуждение и внутримолекулярная релаксация (IVR)

ИК возбуждение



Динамика IVR в $(CF_3)_2CCO$

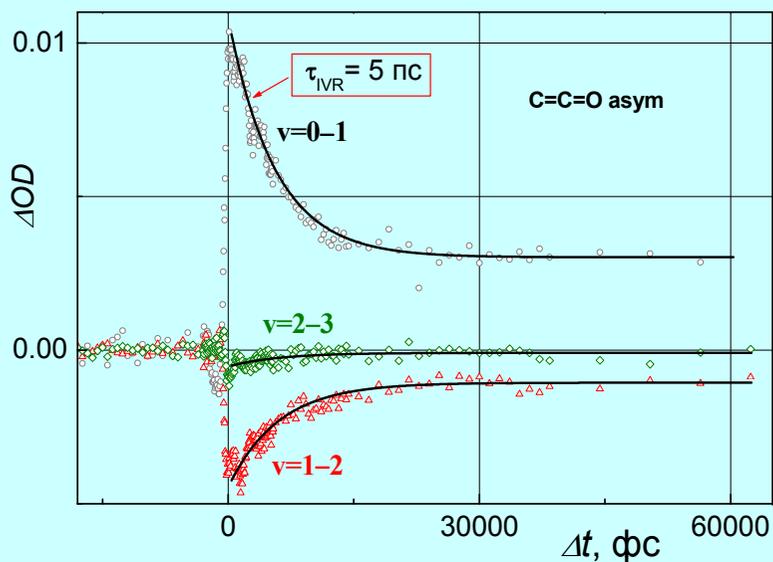


Импульсы накачки и зондирования:

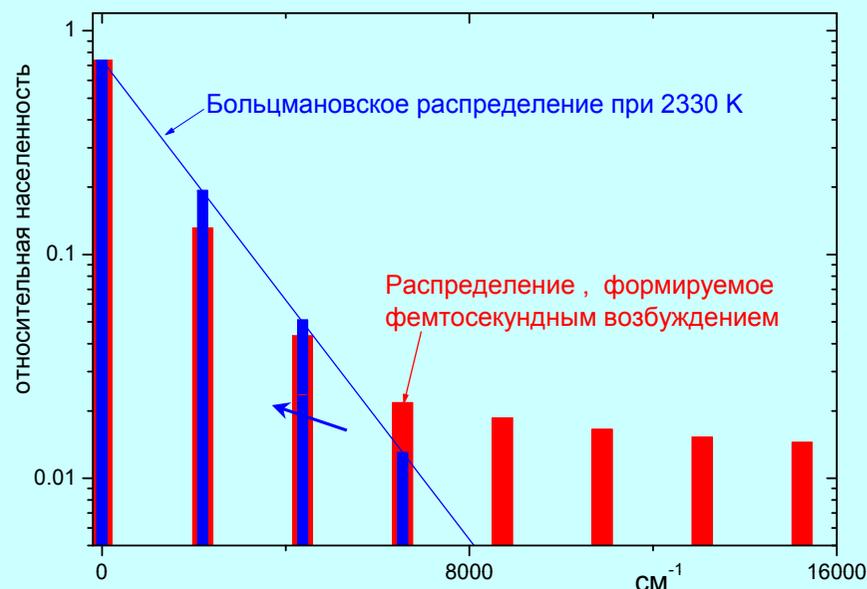
Накачка – $\tau_p \sim 250$ фс, $\Phi_{ИК} \leq 0.1$ Дж/см² ($\nu \sim 2000$ см⁻¹)

Зондирование – $\tau_s \sim 250$ фс, перестройка 2,5 -12 μ

Релаксация колебательной энергии из возбужденной моды ν_1



Селективное возбуждение резонансной моды ν_1

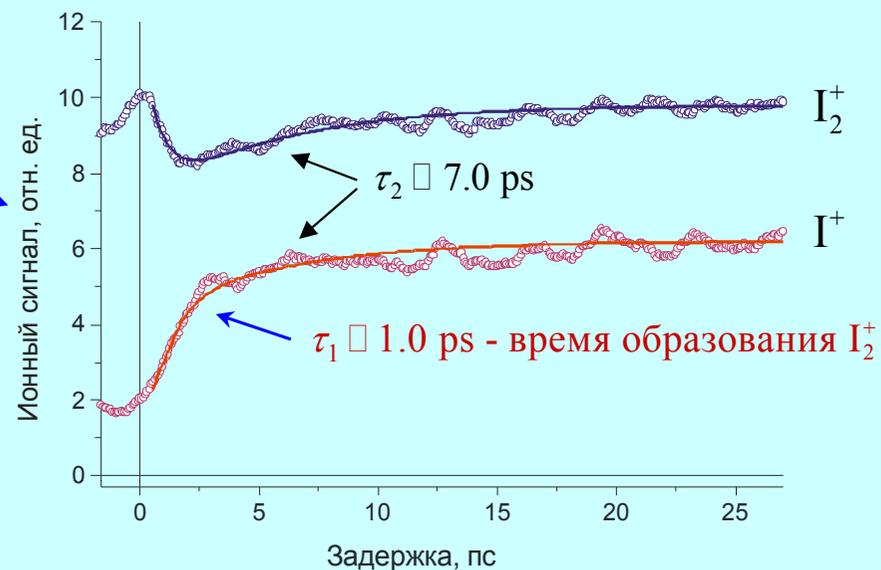
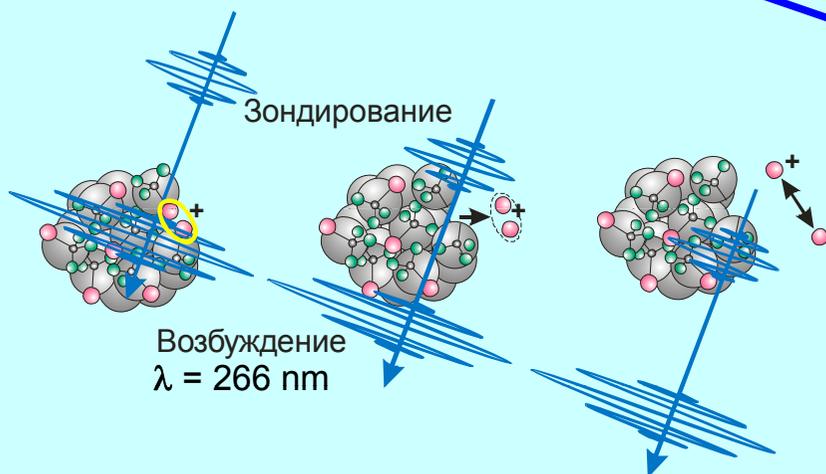
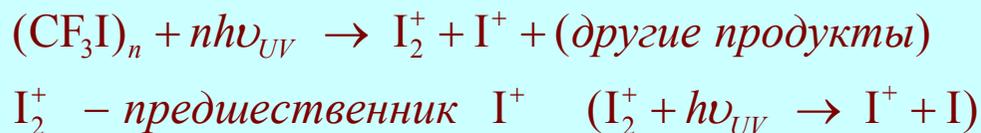
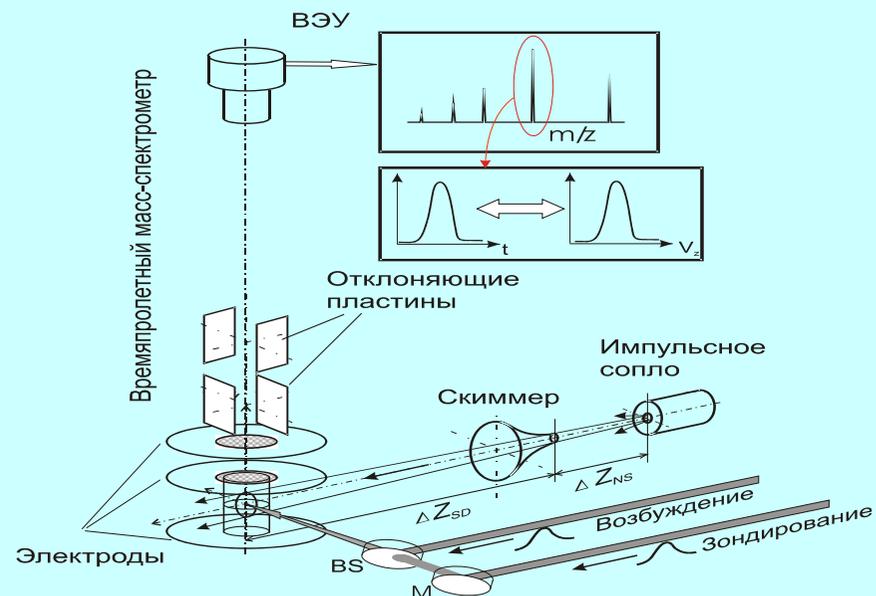


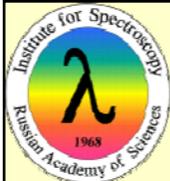


Отдел лазерной спектроскопии

Некоторые проекты и результаты

Фемтосекундная динамика внутрикластерных реакций - образование I_2^+

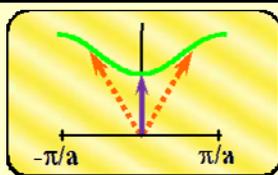




Отдел лазерной спектроскопии

Избранные публикации в 2008-2012 гг.

1. A.L. Malinovsky, A.A. Makarov, E.A. Ryabov. "A novel feature of intramolecular vibrational redistribution in propargyl alcohol and propargyl amine" // *Journal of Chemical Physics*, v. 129, 116102 (2008).
2. Smolovich A.M., Alvarez E., Aseyev S.A., Cervantes M.A., Chekalin S.V., Serov O.B., Terpugov V.S. - Achromatic reconstruction of femtosecond holograms in planar optical waveguide – *Optics Letters* v. 33, 2401-2403 (2008).
3. V. I. Balykin and P. N. Melentiev, "Nanolithography with Atom Optics", *Nanotechnologies in Russia*, Vol. 4, No. 7–8, pp. 425–447 (2009).
4. S.V. Chekalin, V.O. Kompanets, V.B. Laptev, S.V. Pigul'sky, A.A. Makarov, E.A. Ryabov. Intramolecular vibrational dynamics in bis(trifluoromethyl)ketene excited by resonant femtosecond IR radiation. // *Chemical Physics Letters*. v. 512. No 4-5. p. 178-183 (2011).
5. V.M. Apatin, V.O. Kompanets, V.N. Lokhman, N.- D.D. Ogurok, D.G. Poydashev, E.A. Ryabov, S.V. Chekalin. "Direct observation of intracluster reactions induced in (CF₃I)_n clusters by femtosecond ultraviolet radiation" // *JETP Letters*, v.94, p. 570-573 (2011).
6. V.I. Balykin, "Atom optics and its applications", *Vestnik RAN*, v.81, p.291 (2011).
7. A.A. Makarov, A.L. Malinovsky, E.A. Ryabov. "Intramolecular vibrational redistribution: from high resolution spectra to real-time dynamics" // *Physics-Uspekhi*, v.55, #11, p. 977-1007 (2012).
8. Aseyev S.A., Minogin V.G., Mironov B. N. -Projection microscopy of photoionization processes in gases - *Appl. Phys. v. B* 108, 755-759 (2012).
9. I. Stepanenko, V. Kompanetz, Z. Makhneva, S. Chekalin, A. Moskalenko, A. Razjivin - "Transient absorption study of two-photon excitation mechanism in the LH2 complex from purple bacterium *Rhodobacter sphaeroides*" - *J. Phys. Chem. v.B* 116, 2886–2890 (2012).
10. Mironov B.N., Aseev S.A., Chekalin S.V., Ivanov V.F., Gribkova O.L. - Desorption of an organic conducting polymer by soft X-ray radiation created by a femtosecond laser - *JETP Letters* 96, 601–603 (2012).
11. S V Chekalin, V O Kompanets, E O Smetanina, V P Kandidov, "Light bullets and supercontinuum spectrum during pulse filamentation under conditions of anomalous group velocity dispersion in fused silica" *Quantum Electronics*, Volume 43, Number 4, Pages 326–331 (2013).
12. P.N. Melentiev, A.E. Afanasiev, A.A. Kuzin, A.S. Baturin and V.I. Balykin, "Subwavelength light localization based on optical nonlinearity and light polarization", *Optics Letters*, v.38, p.2274 (2013)
13. P.N. Melentiev, A.E. Afanasiev, A.A. Kuzin, A.S. Baturin and V.I. Balykin, "Giant optical nonlinearity of a single plasmonic nanostructure", *Optics Express*, V.21, p.13896 (2013)
14. D. N. Yanyshchev, V.I. Balykin, Yu.V. Vladimirova, and V.N. Zadkov, "Dynamics of atoms in a femtosecond optical dipole trap", *Physical Review A*, v.87, p.033411 (2013)
15. V.O. Kompanets, V.B. Laptev, S.V. Pigul'skii, E.A. Ryabov and S.V. Chekalin. "Formation of carbon structures upon decomposition of organic molecules on the surface of a dielectric under the action of IR femtosecond laser radiation." *Laser Physics*, v. 23, 056004, (2013).



Отдел спектроскопии твердого тела

Общая информация



Зав. отделом
Член-корр. РАН,
проф. Е.А. Виноградов



Зав. лабораторией
к.ф.-м.н. Н.Н. Новикова



Зав. лабораторией
проф. М.Н. Попова

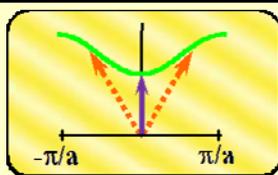
Отдел спектроскопии твердого тела был организован в 1985 г. путем слияния трех лабораторий и сектора (зав. отделом проф. Г.Н. Жижин). В него вошли: Лаборатория спектроскопии кристаллов (создана в 1969 г., зав. лаб. проф. Г.Н. Жижин); Лаборатория молекулярной спектроскопии (основана в 1969 г., зав. лаб. к.ф.-м.н. Х.Е. Стерин. В 1987 г. она была трансформирована в Лабораторию колебательной спектроскопии конденсированных сред, зав. лаб. д.ф.-м.н. Б.Н.Маврин); Лаборатория спектроскопии неупорядоченных структур (учреждена в 1984 г., зав.лаб. проф. Е.А. Виноградов) и Сектор фурье-спектроскопии высокого разрешения (создан в 1982 г., зав. сектором проф. Е.А. Виноградов, затем - к.ф.-м.н. М.Н. Попова).

В Отделе развивались методы инфракрасной (ИК), длинноволновой инфракрасной (ДИК) спектроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС), фурье-спектроскопии высокого разрешения, спектроскопии тонких и ультратонких пленок, поверхностных мод в объемных образцах и поверхностных молекулярных образований на них. Большое внимание уделялось разработке нового спектрального оборудования для широкой спектральной области (1 – 500 мкм), с высоким разрешением (0.001 см^{-1}), хорошей фотометрической точностью (0.3 %), рекордно высокой детектирующей способностью для спектров монослоевых и субмонослоевых поверхностных пленок органических и неорганических веществ на металлах и диэлектриках.

Были получены важные результаты в области колебательной спектроскопии кристаллов, аморфных сред, новых углеродных материалов, жидкостей, пористых полупроводников, пленок, наноструктур - с помощью ИК, КРС и гипер КРС методов, при использовании низких температур и высоких давлений, а также в области спектроскопии ионов переходных металлов в кристаллах, методом фурье-спектроскопии высокого разрешения.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:

- Лаборатория спектроскопии конденсированных сред (зав. лаб. - к.ф.-м.н. Н.Н. Новикова)
- Лаборатория фурье-спектроскопии (зав. лаб. - д.ф.-м.н., проф. М.Н. Попова)



Отдел спектроскопии твердого тела

Основные научные направления

1. Характеризация перспективных материалов методами широкодиапазонной спектроскопии (ИК, ДИК, КРС, Фурье, НПВО)

- кристаллы, стекла, керамики, полимеры, жидкости, новые материалы
- металлы, полупроводники, диэлектрики, органика
- массивные материалы и наноструктуры, объем и поверхность
- температуры от крио- до комнатной, внешние поля
- излучение, поглощение, пропускание, отражение

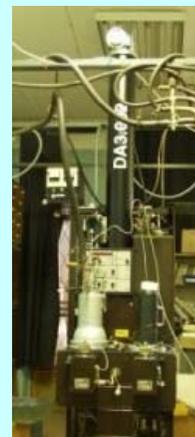
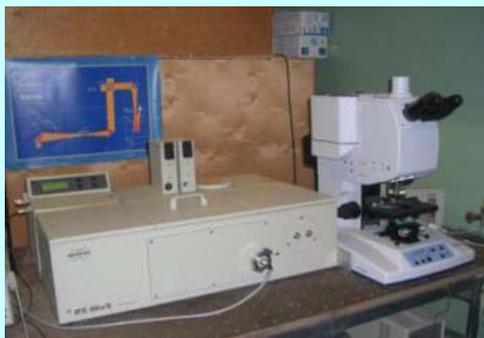
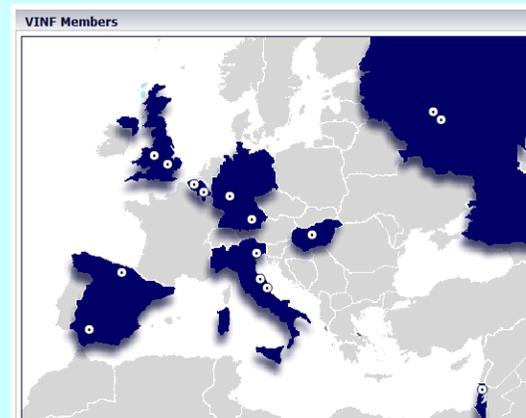
2. Спектроскопия редкоземельных ионов в кристаллах. Кристаллическое поле.

3. Исследование сверхтонких, межзонных, электрон-фононных взаимодействий, изотопических эффектов в кристаллах с редкими землями

4. Спектроскопия низкоразмерных и фрустрированных магнетиков

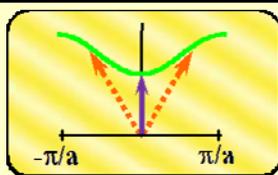
5. Структурные и магнитные фазовые переходы

6. Спектроскопия мультиферроиков



Фурье-спектрометр Bruker 125 HR.
Разрешение: до 0.001 cm^{-1} Область: $5 \div 50000 \text{ cm}^{-1}$

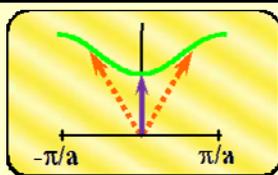
ИСАН – соучредитель Виртуального международного института нанопленок (www.vinf.eu)



Отдел спектроскопии твердого тела

Основные достижения в 2008-2012 гг.

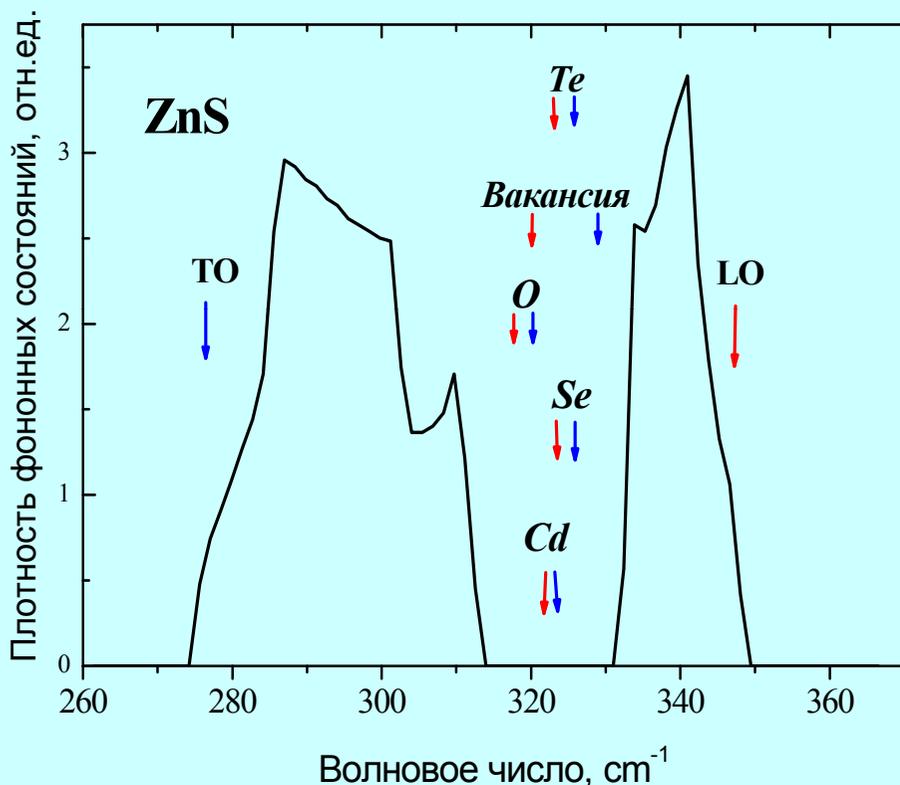
- Исследована природа возникновения дополнительных к правилам отбора оптических фононов в спектрах ИК отражения и КРС твердых растворов полупроводниковых соединений A^2B^6 . Показано, что из-за различия в величинах динамических зарядов ионов крайних компонент твердых растворов возникают дополнительные диполи, частоты колебаний которых попадают в область частот, где диэлектрическая проницаемость кристалла отрицательна. Последнее приводит к инверсии в расщеплении частоты колебаний дополнительных диполей (д.ф.-м.н. Е.А. Виноградов, д.ф.-м.н. В.А. Яковлев, д.ф.-м.н. Б.Н.Маврин, к.ф.-м.н. Н.Н. Новикова).
- Систематизированы основные сведения о термостимулированных электромагнитных возбуждениях в дальнем и ближнем поле на различных расстояниях от поверхности образца, в том числе для пленок полупроводников на поверхности металла. (д.ф.-м.н. Е.А. Виноградов совместно с ИФМ РАН).
- Исследованы ИК спектры отражения и пропускания, а также НПВО спектры тонких нитридных и оксидных пленок, наноструктурированных материалов. Из этих спектров для нитридных, оксидных пленок и наноструктурированных материалов получены толщины пленок и вычислены их оптические постоянные (лаборатория спектроскопии конденсированных сред, зав.лаб. к.ф.-м.н. Н.Н. Новикова).
- Исследовано спин-орбитальное расщепление возбужденных акцепторных состояний ns атомов бора в алмазе и обнаружены серии Лаймана $1s \rightarrow ns$ по спектрам комбинационного рассеяния света. Спин-орбитальное расщепление состояний увеличивалось с номером n. Серии Лаймана состояли из 4 линий каждая. Расстояние между сериями составляло ~ 13 мэВ. Изучена эволюция спектров с ростом концентрации и обнаружен переход Мотта при больших концентрациях бора в алмазе (к.ф.-м.н. В.Н. Денисов, д.ф.-м.н. Б.Н. Маврин).
- Используя DFT и квазигармоническое приближение, вычислены температурные зависимости коэффициента теплового расширения и сдвига частоты оптического фонона в алмазе. Найдено, что вклад температурного сдвига оптического фонона в алмазе за счет теплового расширения превышает вклад за счет ангармонического взаимодействия фононов между собой (Т.А. Иванова, Б.Н. Маврин).
- Обнаружена и изучена корреляция между содержанием масляной кислоты – характерного компонента молочного жира, и вариацией поглощения в полосах обертонов CH и $2CH$ (1,2 и 1,44 мкм) в ближней инфракрасной области спектра, разработан метод обнаружения подделок молочного жира в жиромасляных смесях, заявлен Патент РФ с приоритетом от 12.11.2012 «Спектрометрический экспресс-анализатор фальсификации молочного жира в жиромасляных смесях» (к.ф.-м.н. А.В. Калинин, В.Н. Крашениников).



Отдел спектроскопии твердого тела

Основные проекты и результаты

Динамика решетки кристаллов: квазищелевые фононы



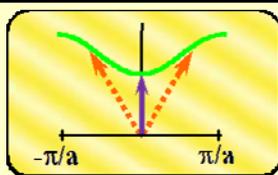
В плотности оптических фононов всех полупроводниковых кристаллов семейства A2B6 существует квазищель. Частоты колебаний большинства атомов примесей, замещающих основные атомы, попадают в эту квазищель. На частотах квазищели диэлектрическая проницаемость кристалла отрицательная и ТО-ЛО расщепление колебаний атомов примесей кристаллическим полем имеет инвертированный характер.

Синие стрелки соответствуют поперечным оптическим фононам, **красные** - продольным оптическим фононам.

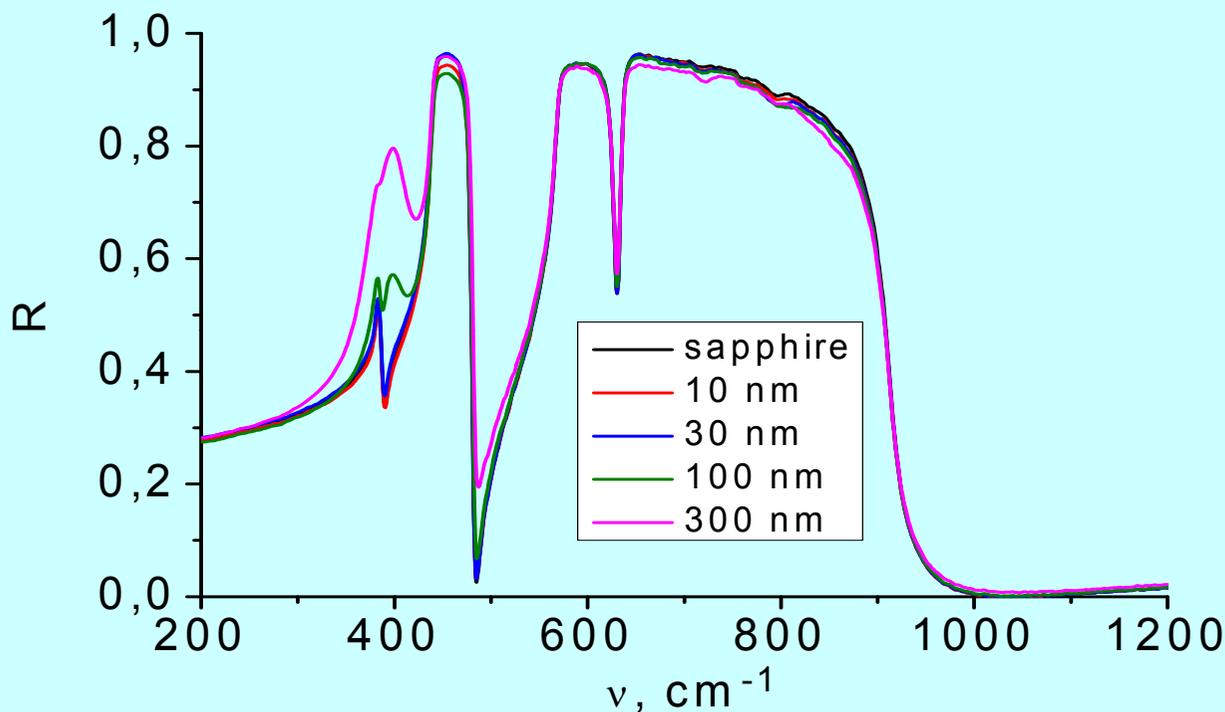
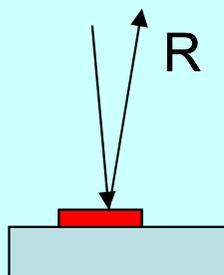
Обнаружены и исследованы инвертированные оптические фононы в кристаллах с дефектами

Е.А. Виноградов, Б.Н. Маврин, Н.Н. Новикова, В.А. Яковлев, УФН 179 313-317 (2009);

B.N. Mavrin, E.A. Vinogradov, Chapter II in "CdTe and related compounds; Physics, Defects, Technology, Hetero- and Nano-Structures and Applications. Part I." Ed. by R. Triboulet and P. Siffert. ELSEVIER. pp.22-37, 2009.



ИК спектроскопия тонких пленок MgO на сапфире: Дальнее поле



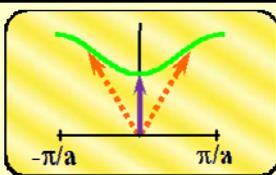
Спектры внешнего отражения пленок MgO на сапфире

MgO (100 nm): $\nu_{TO} = 392 \text{ cm}^{-1}$, $\nu_{LO} = 695 \text{ cm}^{-1}$ (bulk MgO: $\nu_{TO} = 398 \text{ cm}^{-1}$, $\nu_{LO} = 722 \text{ cm}^{-1}$)

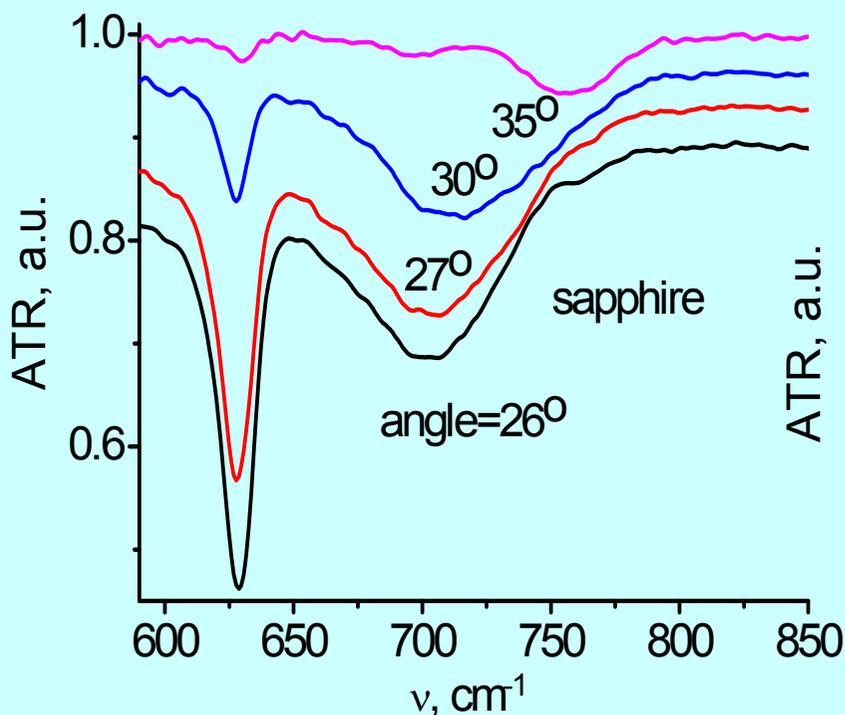
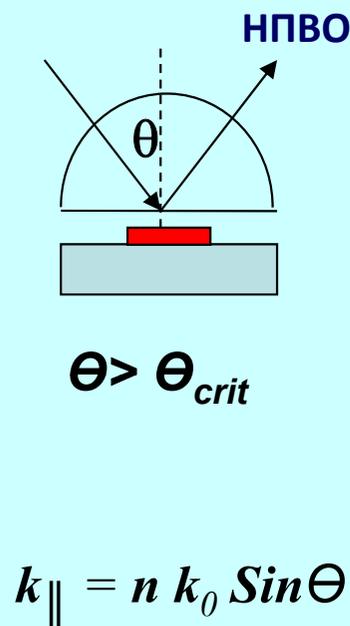
chemical vapor deposition technique: G. Rossetto, A. Sartori, and M. Bolzan

Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici – CNR, C.so Stati Uniti, 4, 35127, Padova, Italy

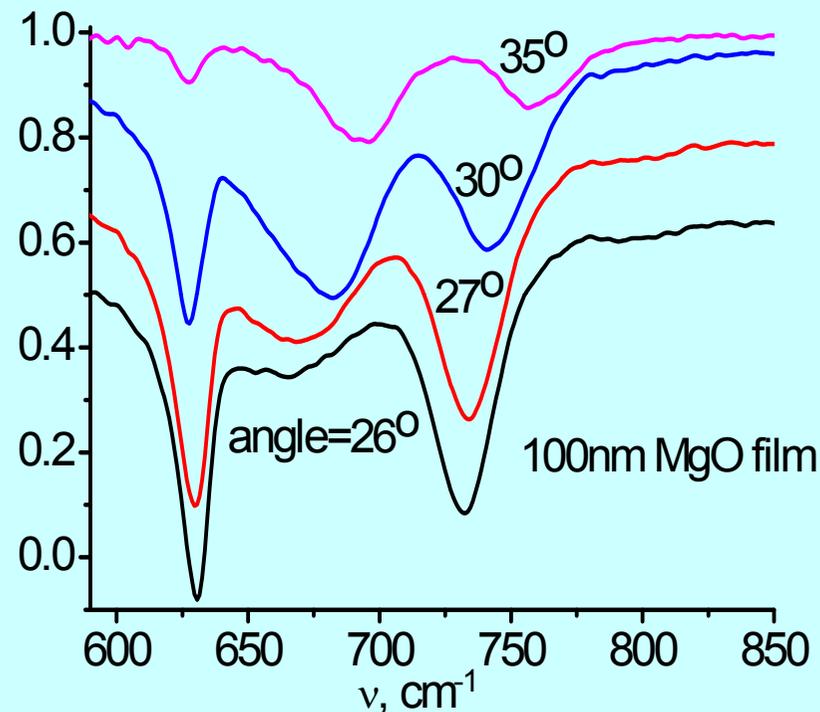
Journal of Nanoparticle Research, 13(11), 5841-5846 (2011).



ИК спектроскопия тонких пленок MgO на сапфире: Ближнее поле

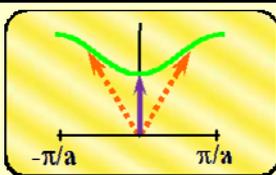


Спектр НПВО для сапфира



Спектр НПВО для 100 нм пленки MgO на сапфире

V.A.Yakovlev, N.N.Novikova, E.A.Vinogradov, G.Rossetto, A.Sartori, M.Bolzan. **Journal of Nanoparticle Research**, 13(11), 5841-5846 (2011).
 Novikova N.N., Vinogradov E.A., Yakovlev V.A. et al. **Surface & Coatings Technology**, 227 58–61 (2013).
 N.N. Novikova, V.A. Yakovlev, E.A. Vinogradov, S.S. Ng, Z.Hassan, H. Abu Hassan. **Applied Surface Science**, 267, 93-96 (2013).

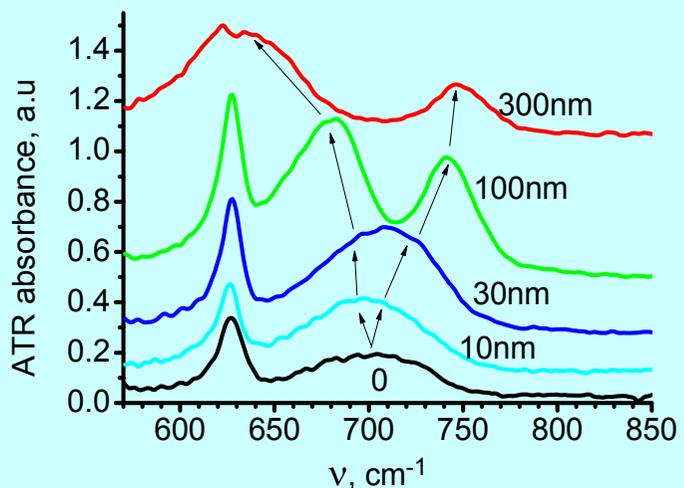
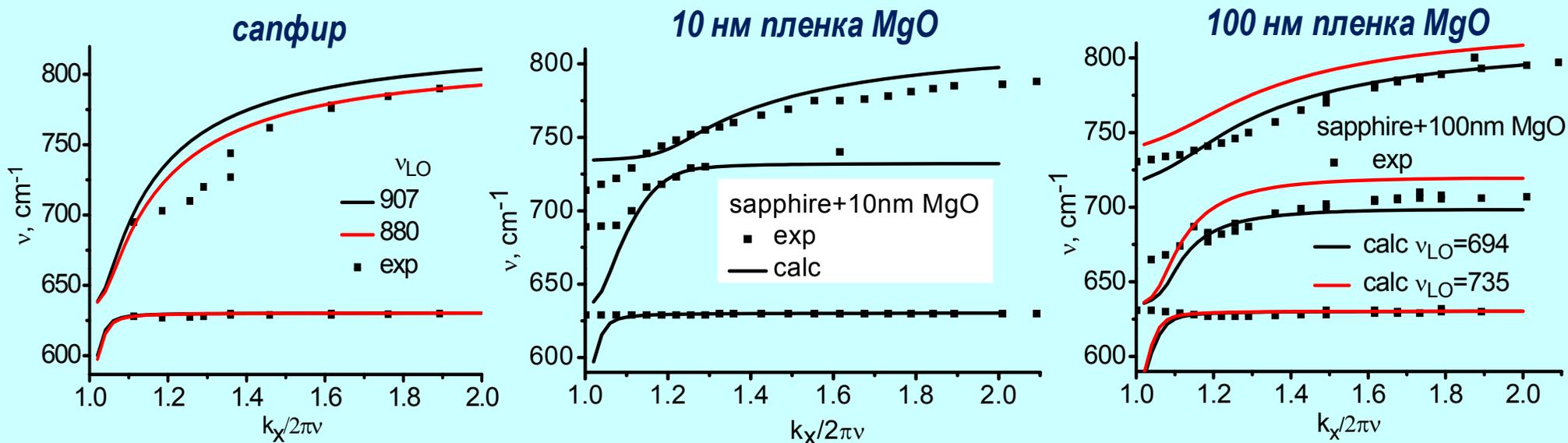


Отдел спектроскопии твердого тела

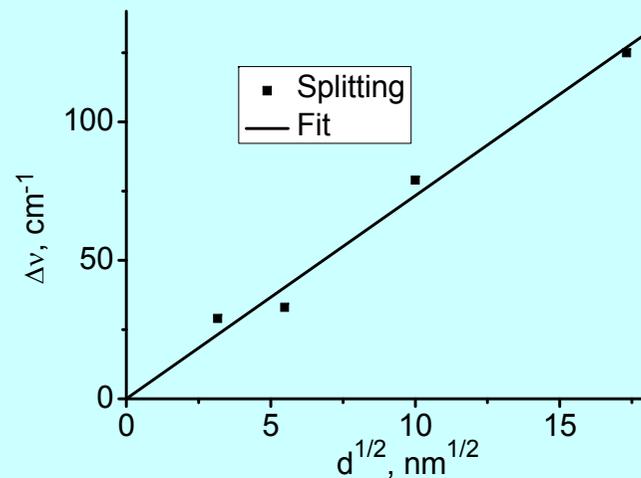
Основные проекты и результаты

Дисперсия поверхностных поляритонов

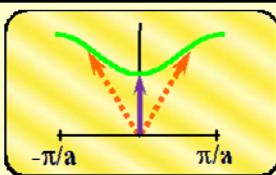
Способ характеристики сверхтонких пленок, перспективных для технологий



НПВО поглощение (27 град.)



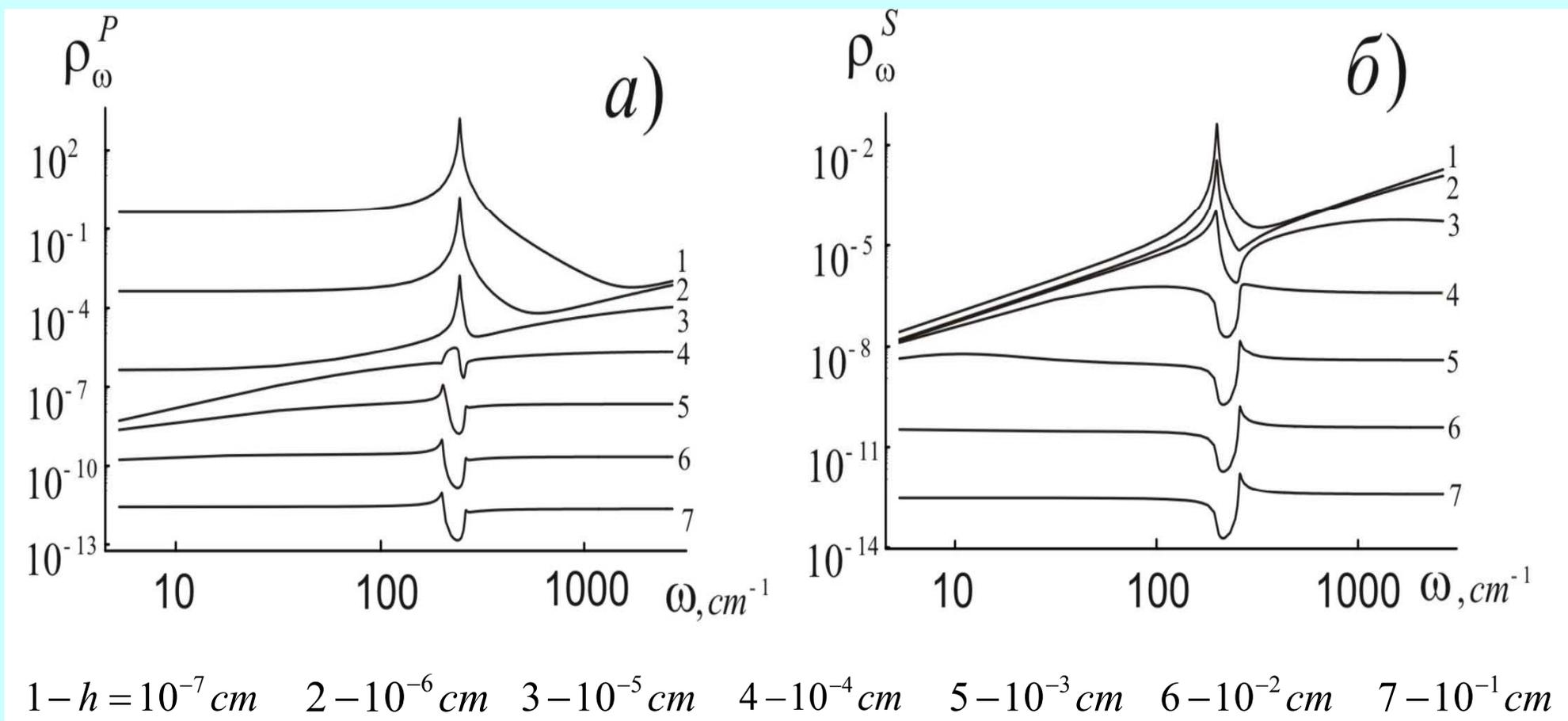
Зависимость расщепления поверхностных поляритонов от толщины



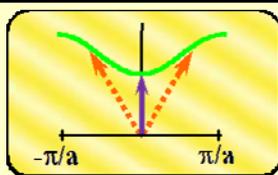
Отдел спектроскопии твердого тела

Основные проекты и результаты

Спектральная плотность энергии теплового поля для р- и s- поляризованных волн в вакууме на разных расстояниях от поверхности для полупространства ZnSe, 300K



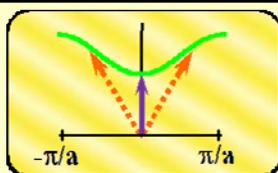
I.A. Dorofeyev, E.A. Vinogradov, *Physics Reports* 504 75–143 (2011)



Отдел спектроскопии твердого тела

Основные публикации в 2008-2013 гг.

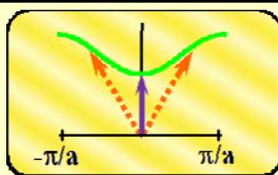
1. I.A. Dorofeyev, E.A. Vinogradov, Spectral composition and spatial distribution of thermal fields nearby solid surface, *Laser Physics*, 23 (2013) 065903.
2. Novikova N.N., Vinogradov E.A., Yakovlev V.A., Malin T.V., Mansurov V.G., Zhuravlev K.S. Nitridation effect on sapphire surface polaritons. *Surface & Coatings Technology*, 227 (2013) 58–61.
3. N.N. Novikova, V.A. Yakovlev, E.A. Vinogradov, S.S. Ng, Z.Hassan, H. Abu Hassan. Substrate surface polariton splitting due to thin zinc oxide and aluminum nitride films presence. // *Applied Surface Science*, 2013, 267, 93-96.
4. I.A. Dorofeyev, E.A. Vinogradov, Fluctuating electromagnetic fields of solids, *Physics Reports* 504 (2011) 75–143
5. V.A. Yakovlev, N.N. Novikova, E.A. Vinogradov, G. Rossetto, A. Sartori, and M. Bolzan. Sapphire surface polariton splitting due to resonance with magnesium oxide film phonon. *Journal of Nanoparticle Research*, 2011, 13(11), 5841-5846.
6. I.A.Dorofeyev and E.A.Vinogradov. Coherence Properties of Thermally Stimulated Fields of Solids, *Laser Physics*, 2011, Vol. 21, pp. 1–24.
7. S. C. Lee, S. S. Ng, P. K. Ooi, H. Abu Hassan, Z. Hassan, N. H. Al-Hardan, and M. J. Abdullah, V.A. Yakovlev, N.N. Novikova. Surface and interface phonon polariton characteristics of wurtzite ZnO/GaN heterostructure. // *Appl. Phys.Lett.*, 98, 241909, 2011.
8. Виноградов Е.А., Дорофеев И.А. Термостимулированные электромагнитные поля твердых тел. М.: Физматлит 2010. 484 стр. ISBN: 978-5-9221-1212-3.
9. S.S. Ng, S.C.Lee, S.K. Mohd Bakhori, Z. Hassan, H.A. Hassan, V.A. Yakovlev, N.N. Novikova, and E.A. Vinogradov. Surface phonon polariton characteristics of $\text{In}_{0.04}\text{Al}_{0.06}\text{Ga}_{0.90}\text{N}/\text{AlN}/\text{Al}_2\text{O}_3$ heterostructure. // *Optics Express*, V.18, No. 10, 2010, 10354-10359.
10. Е.А.Виноградов, Б.Н.Маврин, Н.Н.Новикова, В.А.Яковлев. Инвертированные оптические фононы в ионно-ковалентных кристаллах. УФН, 2009, 179 (3), 313-317.
11. E.A.Vinogradov, B.N.Mavrin, N.N.Novikova, V.A.Yakovlev, D.M.Popova. Lattice Dynamics of $\text{ZnSe}_x\text{S}_{1-x}$ Semiconductor Crystals. *Laser Physics*, 2009, Vol. 19, No. 2, pp. 162–170.
12. B.N.Mavrin, E.A.Vinogradov, Optical phonon spectra in CdTe crystals and ternary alloys of CdTe compounds. Chapter II in "CdTe and related compounds; Physics, Defects, Technology, Hetero- and Nano-Structures and Applications. Part I." Ed. by R. Triboulet and P. Siffert. ELSEVIER. pp.22-37, 2009.
13. V.A. Yakovlev, N.N. Novikova, E.A. Vinogradov, S.S. Ng, Z. Hassan, H. Abu Hassan, Strong coupling of sapphire surface polariton with aluminum nitride film phonon. *Physics Letters A* 373 (2009) 2382–2384.
14. R.M. Zakalukin, B.N. Mavrin, L.N. Demyanets, N.A. Kiselev. Synthesis and characterization of single-walled nanotubes filled with the superionic material SnF_2 . *Carbon*, 46 (2008) 1574-1578.
15. D.V. Shtansky, N.A. Gloushankova, A.N. Sheveiko, I.A. Bolshova, B.N. Mavrin. Si-doped multifunctional bioactive nanostructural films. *Surface-Coating Technology*, v.205, p.728-739, 2010.
16. V.N. Denisov, B.N. Mavrin, S.N. Polyakov, M.S. Kuznetsov, S.A.Terentiev, V.D. Blank. First observation of electronic structure of the even parity boron acceptor states in diamond. *Phys.Lett. A* v.376, 2812 (2012).



Отдел спектроскопии твердого тела

Основные достижения в 2008-2012 гг.

- Впервые обнаружена и исследована экспериментально и теоретически тонкая структура линий внутрiconфигурационных f– переходов в редкоземельных (РЗ) ионах, занимающих позицию с тетрагональной, тригональной или кубической симметрией в кристаллах, вызванная случайными деформациями кристаллической решетки. (Д.ф.-м.н. М.Н. Попова, к.ф.-м.н. С.А. Климин, к.ф.-м.н. Д.С. Пыталев, к.ф.-м.н. К.Н. Болдырев в сотрудничестве с Казанским федеральным университетом).
- Впервые получен спектр в терагерцовом диапазоне соединения из нового семейства мультиферроиков $RFe_3(BO_3)_4$, что позволило исследовать фазовые переходы и механизм спин-фононного взаимодействия в этих соединениях. (Д.ф.-м.н. М.Н. Попова, к.ф.-м.н. С.А. Климин, к.ф.-м.н. К.Н. Болдырев в сотрудничестве с Брукхевенской Национальной лабораторией, США).
- Экспериментальное наблюдение нового типа оптических возбуждений одномерной цепочки спинов $S=1$ – магнитного поглощения с участием фонона (Д.ф.-м.н. М.Н. Попова, к.ф.-м.н. С.А. Климин в сотрудничестве с Женевским университетом, Швейцария).
- Обнаружен и исследован новый эффект - возгорание запрещенных спектральных линий при магнитном упорядочении кристалла. (Д.ф.-м.н. М.Н. Попова в сотрудничестве с Казанским федеральным университетом и Институтом физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск).
- Предложен метод определения примесей в нелинейных кристаллах, изоструктурных минералу хантиту. Метод основан на анализе тонкой структуры бесфононных линий РЗ ионов и может быть применен для экспресс-анализа качества кристаллов для УФ лазеров и совершенствования раствор-расплавных технологий их выращивания. (Д.ф.-м.н. М.Н. Попова, к.ф.-м.н. К.Н. Болдырев в сотрудничестве с Институтом физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск, Московским государственным университетом, Парижской Национальной школой химии, Франция, Университетом Вероны, Италия).
- Обнаружена и исследована сверхтонкая структура в спектрах кристалла KY_3F_{10} -Ho, перспективного для построения 3-уровневой Λ -схемы на СТ уровнях РЗ иона для применений в квантовой информатике. (Д.ф.-м.н. М.Н. Попова, к.ф.-м.н. Е.П. Чукалина, к.ф.-м.н. Д.С. Пыталев в сотрудничестве с Казанским федеральным университетом и Казанским физико-техническим институтом им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН).

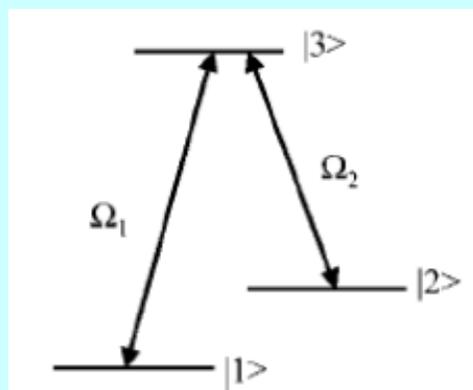


Отдел спектроскопии твердого тела

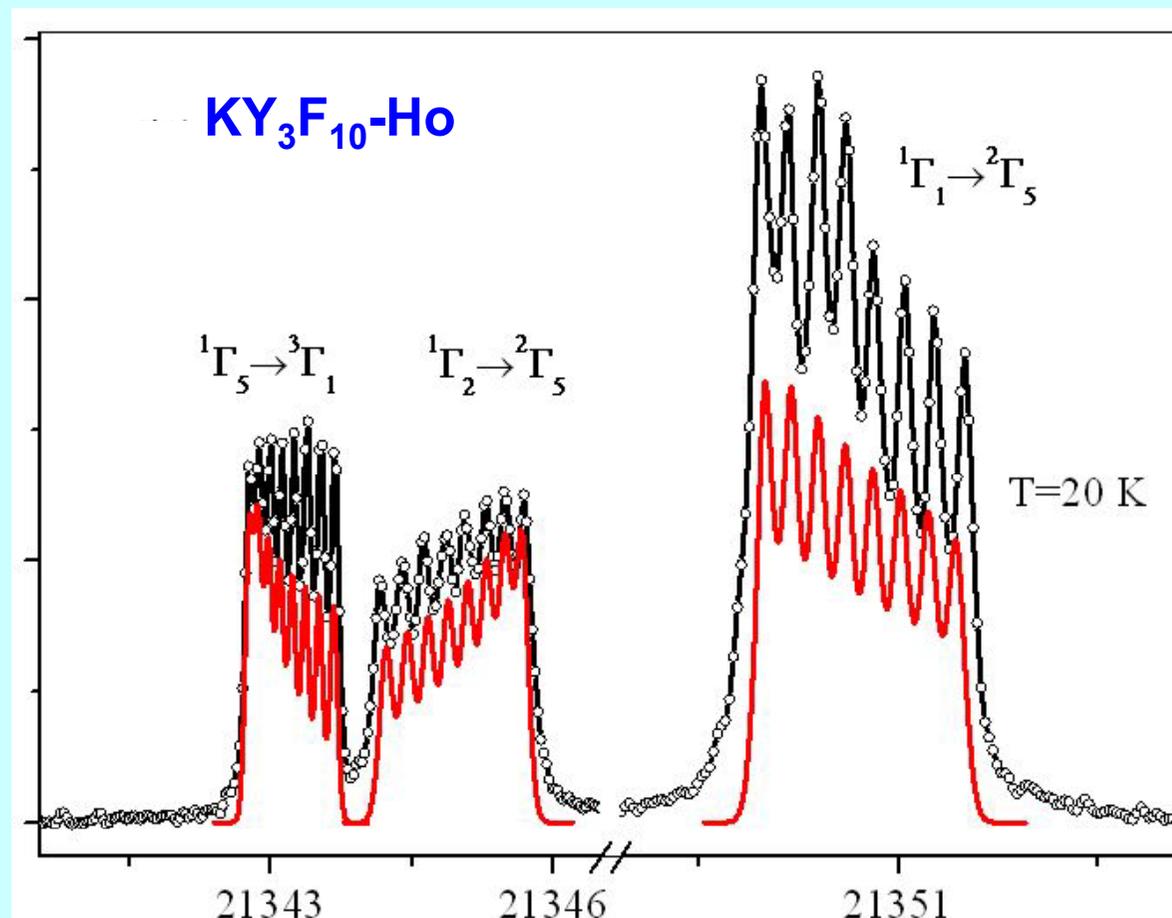
Основные проекты и результаты

Фурье-спектроскопия высокого разрешения:
Сверхтонкая структура в спектрах кристаллов для квантовой памяти

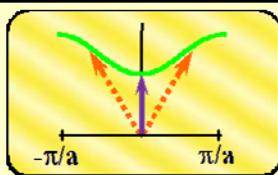
Идея: трехуровневая Λ -система на сверхтонких подуровнях РЗ ионов в кристаллах



- Обнаружена и успешно промоделирована сверхтонкая структура (СТС) в оптических и ЭПР спектрах кристалла $KY_3F_{10}:Ho$
- Подтверждена надежность методов расчета СТС
- Показана перспективность $KY_3F_{10}:Ho$ для квантовой памяти будущего



D.S. Pytalev, E.P. Chukalina, M.N. Popova, G. S. Shakurov, B.Z. Malkin, S.L. Korableva,, *Phys Rev B* 86, 115124 (2012)
M.N. Popova, *Optical Materials* 35, 1842 (2013)

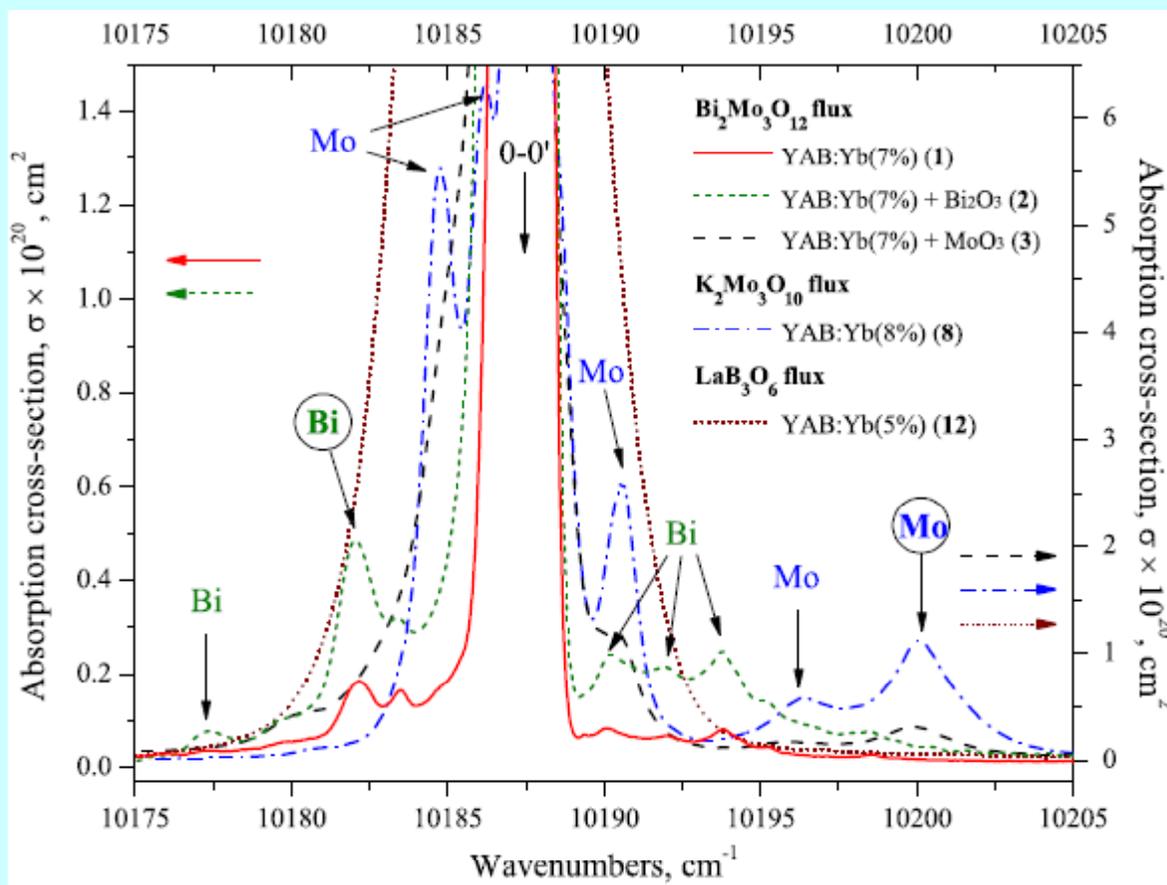


Отдел спектроскопии твердого тела

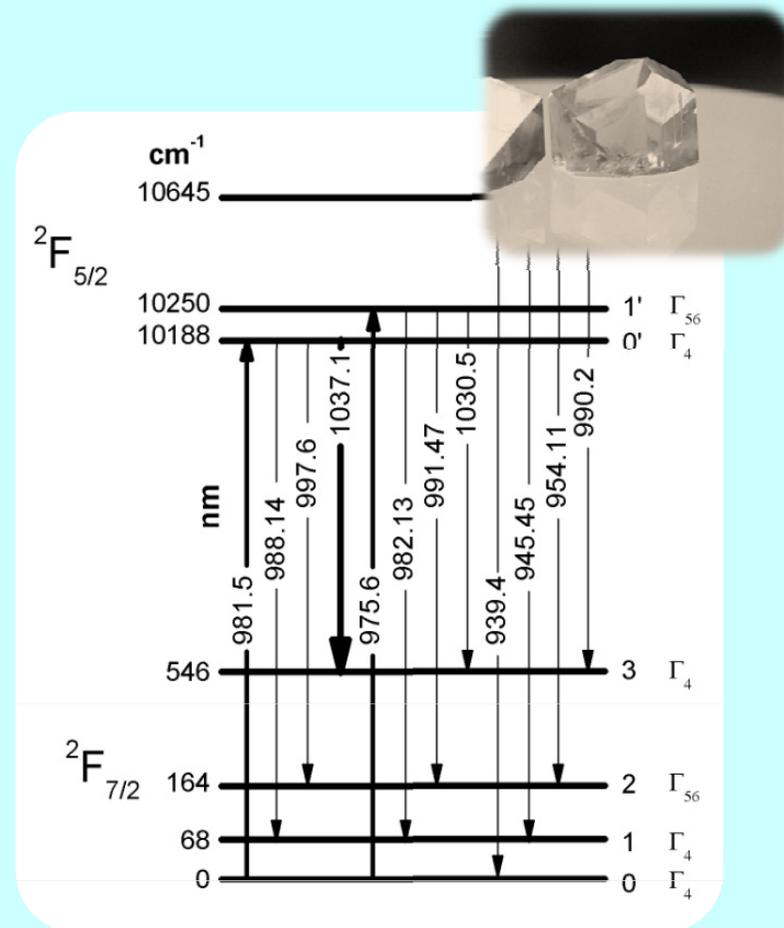
Основные проекты и результаты

Фурье-спектроскопия высокого разрешения:

Исследование качества лазерных кристаллов РЗ алюмоборатов методом Yb^{3+} зонда

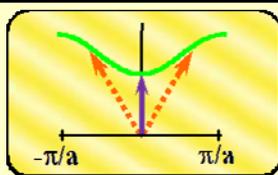


Спутники резонансной линии иона Yb^{3+} , вызванные вредными примесями молибдена



M.N. Popova, K.N. Boldyrev, P.O. Petit, B. Viana, L.N. Bezmaternykh, *J. Phys.: Condens. Matter* 20, 455210 (2008)

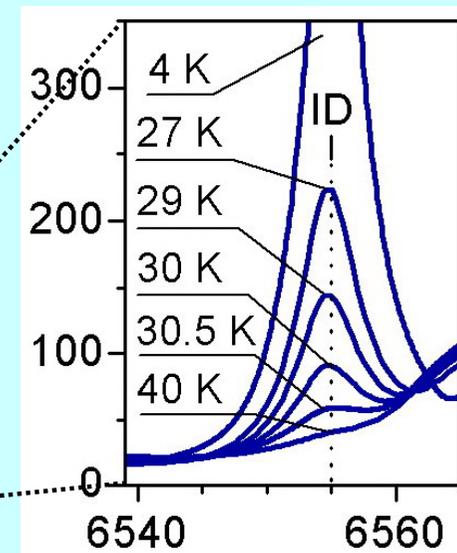
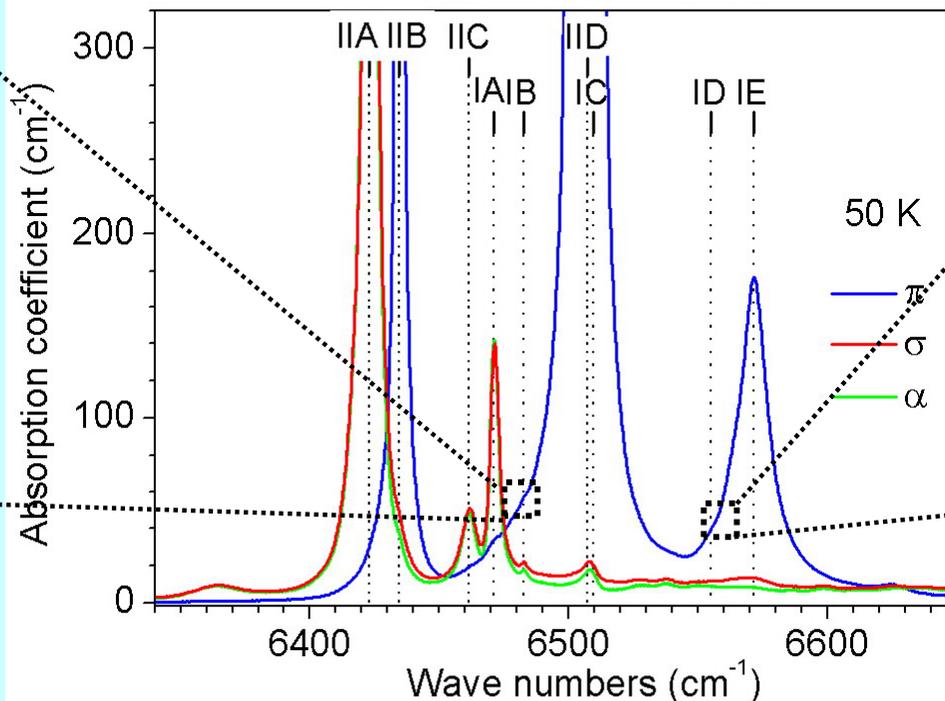
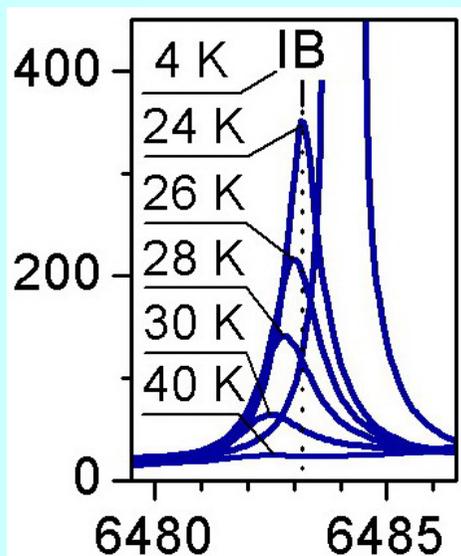
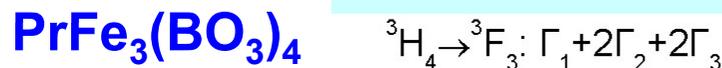
K.N. Boldyrev, M.N. Popova, M. Bettinelli, V.L. Temerov, I.A. Gudim, L.N. Bezmaternykh, P. Loiseau, G. Aka, N.I. Leonyuk, *Optical Materials* 34, 1885 (2012)



Отдел спектроскопии твердого тела

Основные проекты и результаты

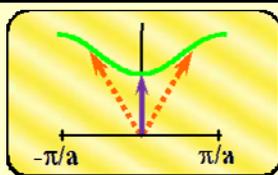
Фурье-спектроскопия высокого разрешения магнитных соединений



*Запрет снимается из-за смешивания волновых функций обменным взаимодействием.
Заимствование интенсивности из разрешенного перехода*

Обнаружен и исследован новый эффект: возгорание запрещенных спектральных линий при магнитном упорядочении кристалла

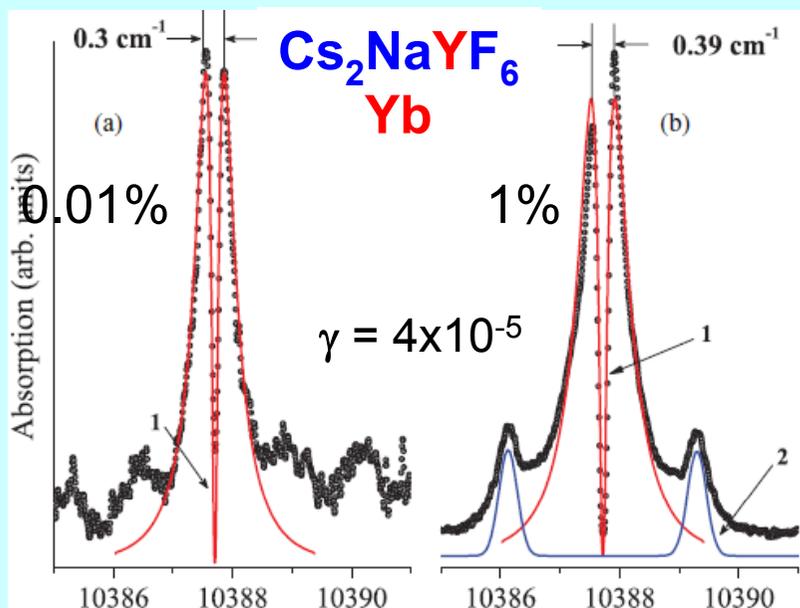
Phys. Rev. Lett., 102, 187403 (2009)



Отдел спектроскопии твердого тела

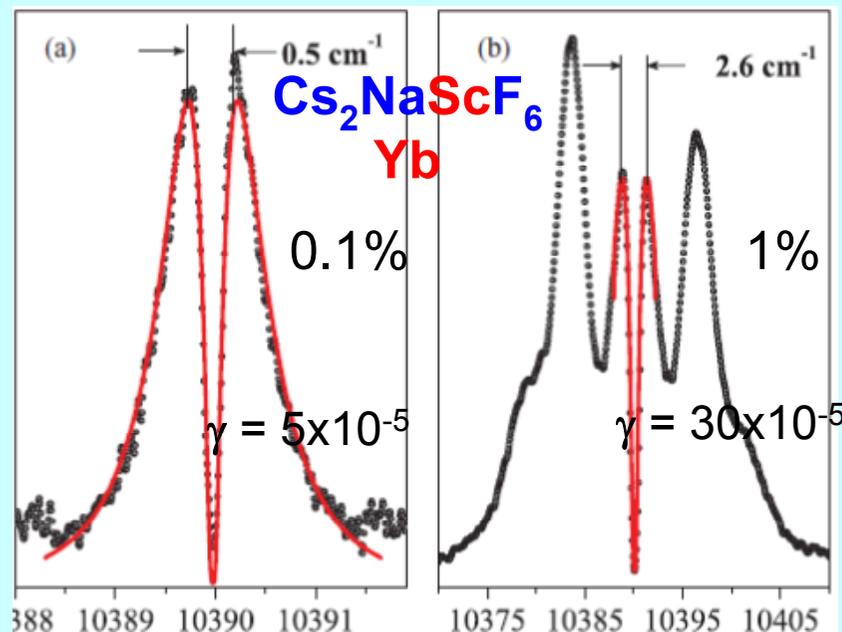
Основные проекты и результаты

Фурье-спектроскопия высокого разрешения: Детектирование случайных деформаций в кристаллах



	R, Å
Sc ³⁺	0.74
Y ³⁺	0.90
Yb ³⁺	0.86

$\gamma = f(c, A)$
c – концентрация дефектов
A – сила дефекта



Контур линии определяют собственные дефекты кристалла

Контур линии формируют ионы активатора (дефекты из-за замены Yb → Sc)

Первое наблюдение и исследование тонкой структуры линий, вызванной случайными деформациями. Метод оценки величины напряжений в кристалле



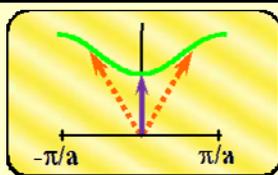
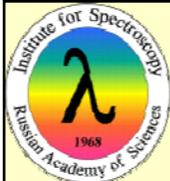
Казанский федеральный Университет

Университет Вероны, Италия



Институт низких температур и структурных исследований ПАН, Польша

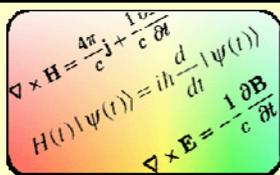
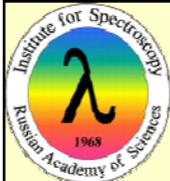
Phys. Rev. B, 81, 045113 (2010)
 Phys Rev B, 86, 134110 (2012)
 Optical Materials, 35, 1842 (2013)



Отдел спектроскопии твердого тела

Основные публикации в 2008-2013 гг.

1. M.N. Popova, Materials for optical memory: Resolved hyperfine structure in KY₃F₁₀:Ho³⁺. *Optical Materials*, 35 (2013) 1842-1845.
2. B.Z. Malkin, D.S. Pytalev, M.N. Popova, E.I. Baibekov, M.L. Falin, K. I. Gerasimov, and N.M. Khaidukov, Random lattice deformations in rare earth doped cubic hexafluoroelpasolites: High-resolution optical spectroscopy and theoretical studies, *Phys Rev B* 86 (2012) 134110 (10 p).
3. D.S. Pytalev, E.P. Chukalina, M.N. Popova, G. S. Shakurov, B.Z. Malkin and S.L. Korableva, Hyperfine interactions of Ho³⁺ ions in KY₃F₁₀: Electron paramagnetic resonance and optical spectroscopy studies, *Phys Rev B* 86 (2012) 115124 (9 pages).
4. M N Popova, T N Stanislavchuk, B Z Malkin, L N Bezmaternykh. Phase transitions and crystal-field and exchange interactions in TbFe₃(BO₃)₄ as seen via optical spectroscopy. *J.Phys.: Condens. Matter* 24 (2012) 196002 (12 pp).
5. K.N. Boldyrev, T.N. Stanislavchuk, S.A. Klimin, M.N. Popova, L.N. Bezmaternykh, Terahertz spectroscopy of multiferroic EuFe₃(BO₃)₄, *Physics Letters A* 376 (2012) 2562-2564.
6. K.N. Boldyrev, M.N. Popova, M. Bettinelli et al., Quality of the rare earth aluminium borate crystals for laser applications, probed by high-resolution spectroscopy of the Yb³⁺ ion. *Optical Materials* 34 (2012), 1885-1889
7. S.A. Klimin, D.S. Pytalev, M.N. Popova, B.Z. Malkin, M.V. Vanyunin, S.L. Korableva, High-resolution optical spectroscopy of Tm ions in LiYF₄: crystal-field energies, hyperfine and deformation splittings, and the isotopic structure, *Phys. Rev. B*, 81 (2010) 045113 (9 pages).
8. S.A. Klimin, A.B. Kuzmenko, M.N. Popova, B.Z. Malkin, I.V. Telegina, Infrared study of lattice and magnetic dynamics in a spin-chain compound Gd₂BaNiO₅, *Phys. Rev. B*, 82 (2010), 174425 (10 pages).
9. M.N. Popova, T.N. Stanislavchuk, B.Z. Malkin, L.N. Bezmaternykh, Optical spectroscopy of PrFe₃(BO₃)₄: crystal-field and anisotropic Pr-Fe exchange interactions. *Phys. Rev. B*, 80 (2009) 195101 (13 pages).
10. M.N. Popova, T.N. Stanislavchuk, B.Z.Malkin, L.N. Bezmaternykh, Breaking of the selection rules for optical transitions in the dielectric PrFe₃(BO₃)₄ crystal by the praseodymium-iron exchange interaction. *Phys. Rev. Lett.*, 102 (2009) 187403 (4 pages).
11. M.N. Popova, Optical spectroscopy of low-dimensional rare-earth iron borates, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 321 (2009) 716.
12. М. Н. Попова, С. А. Климин, Е. П. Чукалина, Т. Н. Станиславчук, К. Н. Болдырев. Спектроскопия ферро- и хромборатов. Оптическая спектроскопия и стандарты частоты. Спектроскопия конденсированных сред. Коллективная монография. Т. 3 / Под ред. Е.А. Виноградова, Л.Н. Синицы. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2009. – с. 49-82
13. D.S. Pytalev, S.A. Klimin, M.N. Popova, High-resolution optical study of Ho³⁺ pairs in LiY_{1-x}HoxF₄ crystals, *Phys. Lett. A* 372 (2008) 2332.
14. С.А. Казанский, С.А. Климин, А.С. Щеулин, М.В. Нарожный, А.И. Рыскин, Оптические спектры полупроводникового твердого раствора, *Оптика и спектроскопия* 104 (2008) с. 861-865.
15. M.N. Popova, K.N. Boldyrev, P.O. Petit, B. Viana and L.N. Bezmaternykh, High-resolution spectroscopy of YbAl₃(BO₃)₄ stoichiometric nonlinear laser crystals, *J. Phys.: Condens. Matter* 20 (2008) 455210 (6 pages).



Теоретический отдел

Общая информация



Основатель отдела
Проф. В.М. Агранович

Теоретический отдел был создан в 1969 году. До 2009 г. отдел возглавлял проф. д.ф.-м.н. Агранович В.М. Профессор Агранович награждён премией Гумбольдта, Германия, в 1992 году, премией Капицы, Великобритания, в 1993 году, премией Мандельштама Российской академии наук в 1997 г. Он является членом Института физики в Великобритании и почётным доктором наук Университета Блез Паскаль в Клермон-Ферране, Франция.



Зав. отделом
Зав. сектором
Проф. А.М. Камчатнов

Главным направлением теоретического отдела является линейная и нелинейная спектроскопия атомов, молекул и конденсированных сред, теоретическая работа в области спектроскопии атомов, молекул и твёрдого тела.

Основные научные направления отдела:

- нелинейная спектроскопия
- спектроскопия фазовых переходов
- возбуждения в твёрдом теле (органических и неорганических материалах)
- спинтроника,
- электронный транспорт в наноструктурах
- бозе-эйнштейновский конденсат

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:

- Сектор нелинейной спектроскопии (зав. сектором – д.ф.-м.н. А.М. Камчатнов)
- Сектор спектроскопии фазовых переходов (зав. сектором – д.ф.-м.н. А.Г. Мальшуков)



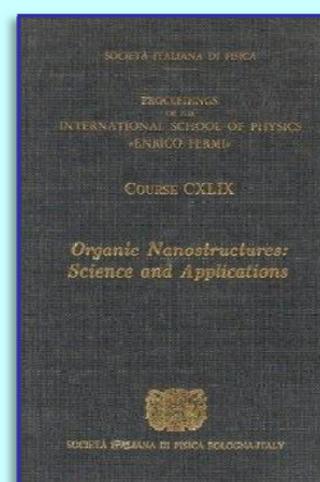
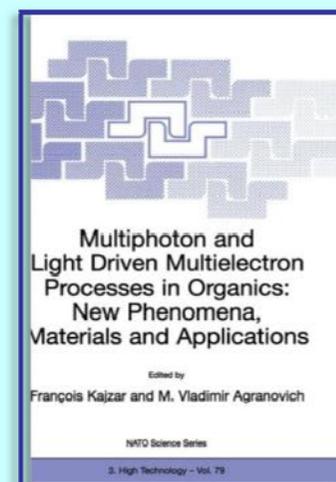
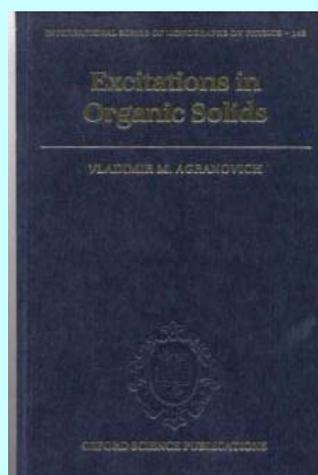
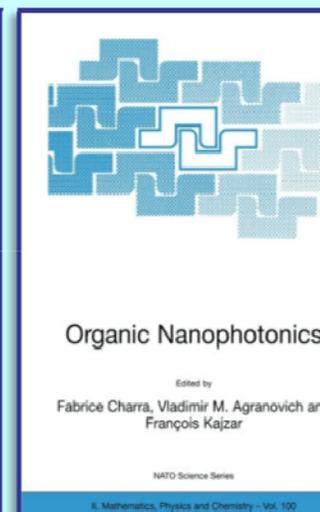
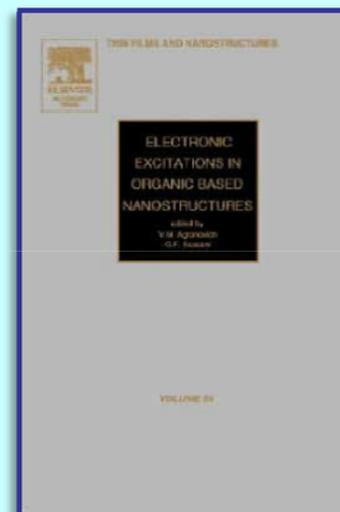
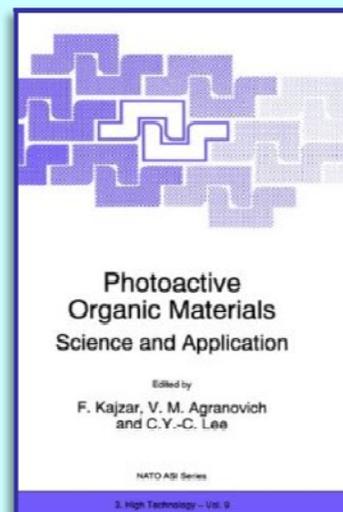
Зав. сектором
Проф. А.Г. Мальшуков

Теоретический отдел

Главные направления исследований

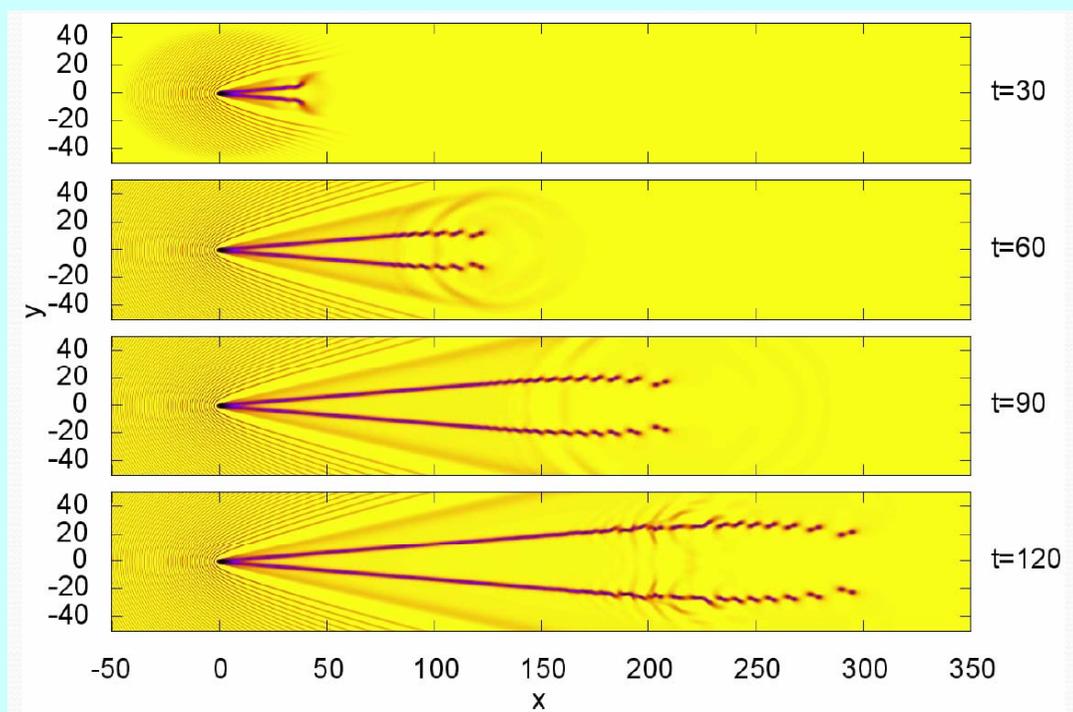


**В.М. Агранович и лауреат
Нобелевской премии по физике
В.Л.Гинзбург**



Косые солитоны в бозе-эйнштейновском конденсате

Развита теория формирования нелинейных возбуждений нового типа – косых солитонов – течением бозе-эйнштейновского конденсата мимо препятствия. Изучены условия, при которых они могут быть образованы, рассчитаны их основные характеристики, исследовано стабилизирующее действие затухания, что актуально в связи с экспериментами по течению поляритонного конденсата.

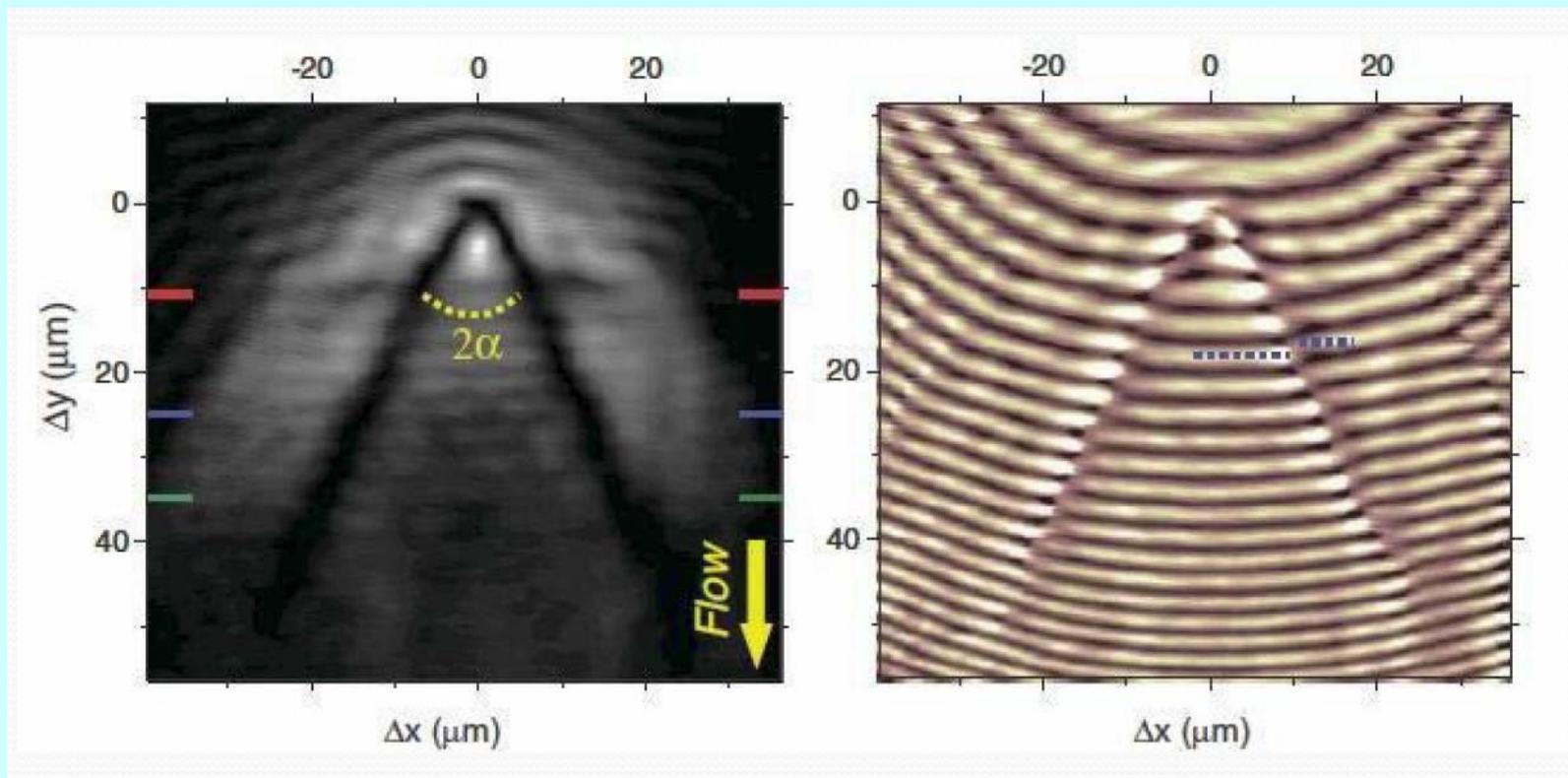


- G.A. El, A. Gammal, A.M. Kamchatnov, Oblique dark solitons in supersonic flow of a Bose-Einstein condensate, Phys. Rev. Lett. 97, 180405 (2006).
- A.M. Kamchatnov and L.P. Pitaevskii, Stabilization of Solitons Generated by a Supersonic Flow of Bose-Einstein Condensate Past an Obstacle, Phys. Rev. Lett. 100, 160402 (2008).
- A.M. Kamchatnov and S.V. Korneev, Condition for convective instability for dark solitons, Phys. Lett. A 375, 2577 (2011).

Косые солитоны в бозе-эйнштейновском конденсате

Теоретические предсказания подтверждены в независимых экспериментальных работах:

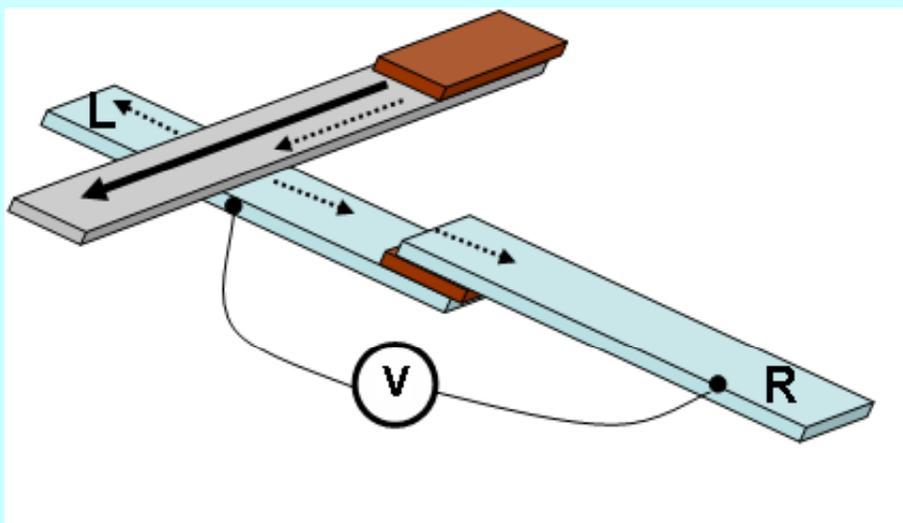
1. A. Amo et al., Science, 332, 1167 (2011).
2. G. Grosso et al., Phys. Rev. Lett. 107, 245301 (2011).



Важные для этого эксперимента эффекты затухания поляритонного конденсата рассмотрены в работе А.М. Камчатнов, С.В. Корнеев, Косые солитоны, генерируемые течением поляритонного конденсата мимо препятствия, ЖЭТФ, 142, 658 (2012).

Спин-зависимый транспорт электронов

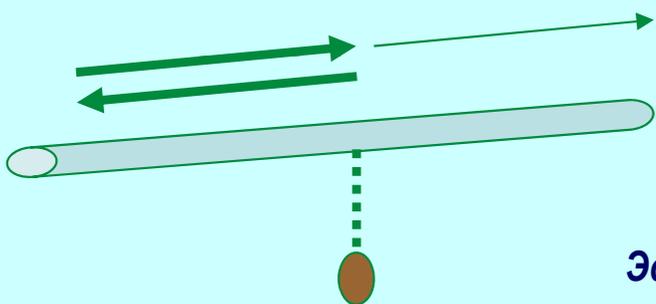
Исследовалось влияние спиновой инжекции, спин-орбитального взаимодействия и магнетизма на электронный транспорт в полупроводниковых квантовых ямах, квантовых точках и джозефсоновских контактах. Результаты данных исследований могут использоваться при создании элементной базы высоко скоростной электроники, квантовых компьютеров и устройств квантовой коммуникации.



Стационарный спиновый ток инжектируется в область джозефсоновского контакта, который содержит тонкий ферромагнитный слой. Этот ток возбуждает в сверхпроводнике коллективные колебания конденсата, частота которых зависит от силы спинового тока.

Рассеяние волн и частиц в низкоразмерных системах: эффекты взаимодействия и беспорядка

1. В модели Латтингера вычислен коэффициент прохождения электронов в “квантовой проволоке”, гибридизованной с одноуровневой примесью (“квантовой точкой”). Модуляция энергии квантовой точки позволяет управлять проводимостью проволоки. *Phys.Rev.Lett.* 100, 256805 (2008)



Коэффициент прохождения электронов:

$$T(\varepsilon) = \frac{(\varepsilon - \varepsilon_0)^2}{(\varepsilon - \varepsilon_0)^2 + \Gamma^2(\varepsilon)}$$

Эффективная “ширина” уровня:

($g < 1$ - константа взаимодействия)

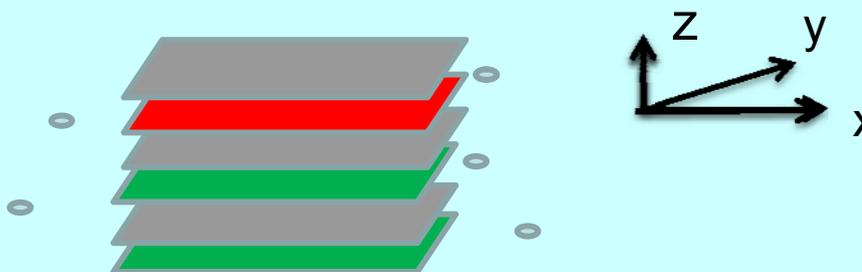
$$\Gamma(\varepsilon) = \Gamma_0 \left[\frac{\Gamma_0^2 + \varepsilon_0^2}{\varepsilon^2} \right]^{\frac{1-g}{2}}$$

2. Построено точное общее решение задачи о многочастичном рассеянии фотонов в одномерном (некиральной) волноводе с резонансными двухуровневыми системами. Подробно описан случай двухфотонного рассеяния на произвольном количестве компактно расположенных атомов. *Phys.Rev. A* 78, 052713 (2008).



3. Показано, что “сильная одномерная” локализация электронов в слоистых системах со случайно встроенными “неправильными” плоскостями может быть причиной необъяснимо сильной анизотропии проводимости слоистых систем. Эффект можно наблюдать и в прохождении света через случайно-слоистую среду. Модель: Планарный беспорядок (изредка встречающиеся “неправильные” плоскости) + очень редкие примеси в объеме.

Phys. Rev. Lett. 102, 216601 (2009)

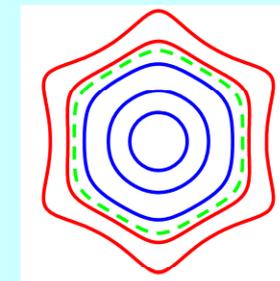


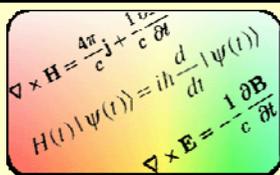
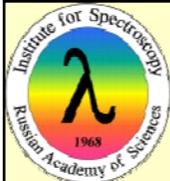
4. При каких условиях столкновения электронов в неупорядоченной среде могут дать ферми-жидкостную (т.е. квадратичную по температуре T) поправку к сопротивлению? Ответ определяется фундаментальными геометрическими параметрами: размерностью пространства и топологией Ферми поверхности. В частности, для выпуклой 2D поверхности Ферми поправки отсутствуют. Допирование системы (например, поверхности топологического изолятора) может превратить выпуклую поверхность Ферми в вогнутую, и тогда появляется вклад $\sim T^2$ в сопротивление. Его величина вблизи перехода описывается универсальным законом подобия.

Phys. Rev. Lett. 106, 106403 (2011);
Phys. Rev B 85, 085439 (2012)

$$\delta\rho = A \Delta^{9/2} T^2 \theta(\Delta) + BT^4$$

(Δ - параметр близости к переходу)

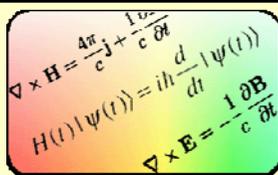
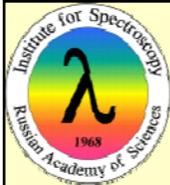




Теоретический отдел

Основные публикации в 2008-2012 гг.

1. V.M. Agranovich, "Excitations in organic solids", Oxford Press, 2009. 490 pp.
2. A.G. Mal'shukov, C.S.Chu, Spin Hall effect in a Josephson contact, Phys. Rev. B **78**, 104503 (2008)
3. C.H. Chang, Jengjan Tsai, H.F. Lo, A.G. Mal'shukov, Semiclassical path integral approach for spin relaxations in narrow wires Phys. Rev. B **79**, 125310 (2009)
4. A.G. Mal'shukov, S. Sadjina, A. Brataas, Inverse spin Hall effect in superconductor/normal-metal/superconductor Josephson junctions, Phys. Rev. B **81**, 060502R (2010)
5. A.G. Mal'shukov, A. Brataas, ac Josephson effect induced by spin injection, Phys. Rev. B **82**, 144511 (2010)
6. V.V. Shlyapin, A.G. Mal'shukov, Aharonov-Casher oscillations of spin current through a multichannel mesoscopic ring, Phys. Rev. B **82**, 115329 (2010)
7. A.G. Mal'shukov, Equilibrium Circular Photogalvanic Effect in a Hybrid Superconductor-Semiconductor System, Phys. Rev. Lett. **107**, 146603 (2011)
8. A. G. Mal'shukov and Arne Brataas, Triplet supercurrent in ferromagnetic Josephson junctions by spin injection, Phys. Rev. B **86**, 094517, (2012)
9. A.Guebrou, C. Syminds, E. Homeyer, J.C. Plenet, Yu. N. Gartstein, V.M. Agranovich, J. Bellessa, Coherent Emission from a Disordered Organic Semiconductor Induced by Strong Coupling with Surface Plasmons, Phys. Rev. Lett. **108**, 066401 (2012)
10. M. Litinskaya and V.M. Agranovich, Polariton trap in microcavities with metallic mirrors. J. Phys: Condens. Matter **24**, 015302 (2012)
11. V.M. Agranovich, Yu. N. Gartstein, M. Litinskaya, Hybrid Resonant Organic-Inorganic Nanostructures for Optoelectronic Applications, Chemical Reviews, **111**, 5179-5214 (2011)
12. A.M. Kamchatnov and L.P. Pitaevskii, Stabilization of Solitons Generated by a Supersonic Flow of Bose-Einstein Condensate Past an Obstacle, Phys. Rev. Lett. **100**, 160402 (2008).
13. Yu. G. Gladush, A. M. Kamchatnov, Z. Shi, P. G. Kevrekidis, D. J. Frantzeskakis, B. A. Malomed, Wave patterns generated by a supersonic moving body in a binary Bose-Einstein condensate, Phys. Rev. A **79**, 033623 (2009).
14. A.M. Leszczyszyn, G.A. El, Yu.G. Gladush, A.M. Kamchatnov, Transcritical flow of a Bose-Einstein condensate through a penetrable barrier, Phys. Rev. A **79**, 063608 (2009).
15. A.M. Kamchatnov and S.V. Korneev, Dynamics of ring dark solitons in Bose-Einstein condensates and nonlinear optics, Phys. Lett. A **374**, 4625-4628 (2010).



Теоретический отдел

Основные публикации в 2008-2012 гг.

16. A.M. Kamchatnov and S.V. Korneev, Condition for convective instability for dark solitons, *Phys. Lett. A* **375**, 2577-2580 (2011)
17. A. M. Kamchatnov, Y. V. Kartashov, Quasi-one-dimensional flow of polariton condensate past an obstacle, *EPL*, **97**, 10006 (2012).
18. Y. V. Kartashov, A. M. Kamchatnov, Stationary one-dimensional dispersive shock waves, *Optics Lett.*, **37**, 389 (2012).
19. A.M. Kamchatnov and S.V. Korneev, Oblique solitons generated by the flow of polariton condensate past an obstacle, *ZhETF*, **142** (4) 658-665 (2012).
20. Y. V. Kartashov and A. M. Kamchatnov, Two-dimensional dispersive shock waves in dissipative optical media, *Optics Lett.*, **38**, 790-792 (2013).
21. I.V. Lerner, V.I. Yudson, and I.V. Yurkevich, Quantum Wire Hybridized With a Single- Level Impurity; *Phys. Rev. Lett.* **100**, 256805 (2008).
22. V.I. Yudson and P. Reineker. Multiphoton scattering in a one-dimensional waveguide with resonant Atoms; *Phys.Rev. A* **78**, 052713 (2008).
23. D.L. Maslov, V.I. Yudson, A.M. Somoza, and M. Ortuno, Delocalization by Disorder in Layered Systems, *Phys. Rev. Lett.* **102**, 216601 (2009).
24. V.E. Kravtsov and V.I. Yudson, Exact solution for eigenfunction statistics at the center-of-band anomaly in the Anderson localization model; *Phys.Rev. B* **82**, 195120 (2010).
25. D.L.Maslov, V.I.Yudson, and A.V.Chubukov, Resistivity of a non-Galilean-invariant Fermi Liquid near Pomeranchuk Quantum Criticality, *Phys.Rev.Lett.* **106**, 106403 (2011).
26. V.E. Kravtsov and V.I. Yudson, Commensurability effects in one-dimensional Anderson localization: anomalies in eigenfunction statistics; *Annals in Phys.* **326**, 1672-1698 (2011).
27. T. Hartmann, P. Reineker, and V.I. Yudson. Auger release of a deeply trapped carrier in a quantum dot; *Phys. Rev. B* **84**, 245317 (2011).
28. H.K. Pal, V.I. Yudson, and D.L. Maslov, Effect of electron-electron interaction on surface transport in the Bi₂Te₃ family of three-dimensional topological insulators; *Phys.Rev B* **85**, 085439 (2012)



Отдел лазерно-спектрального приборостроения

Общая информация



**Зав. отделом
Зав. лабораторией
д.ф.-м.н. О.Н. Компанец**



**Зав. сектором
к.т.н. Э.Г. Силькис**

Отдел ЛСП организован в 1979 г. Главным направлением работ отдела стало научное оптико-спектральное приборостроение, т.е. разработка и создание новых оптико-спектральных и оптико-электронных приборов, в том числе на базе лабораторных макетов, разработанных в других лабораториях Института, создание и модернизация имеющихся в лабораториях сложных экспериментальных установок, а также выпуск малых серий приборов для ИСАН и др. организаций. В последние годы усилия отдела ЛСП сосредоточены в направлении разработки широкого класса сравнительно компактных исследовательских и аналитических спектральных приборов, основанных на различных принципах, а также отличающихся по спектральному диапазону, чувствительности, степени сложности, объектам исследования и области применения.

В отделе разработано несколько типов портативных высокочувствительных дихрометров биомедицинского назначения с использованием биодатчиков на основе наноконструкций ДНК (разработка проф.Ю.Евдокимова, ИМБ РАН) – «оптических биосенсоров». Измеряя с помощью дихрометра слабые изменения под действием биологически активных соединений присущего ДНК-биодатчику сигнала аномального кругового дихроизма, можно определить с высокой чувствительностью и за короткое время (минуты) наличие и концентрацию таких соединений (антибиотики и др. лекарственные препараты, белки, тяжелые металлы, наночастицы и др. генотоксиканты) в контактирующей с биодатчиком жидкости (вода, плазма крови, урина и др.). Также разработано множество различных устройств фотоэлектронной регистрации спектров, в том числе фотоэлектронные кассеты (ФЭК) на основе линейных ПЗС, применяемые в традиционных эмиссионных спектрометрах в качестве многоканальных детекторов (вместо фотопластин), а также несколько типов эмиссионных спектрометров для анализа металлических сплавов, порошков, руд, минералов, почв и др. объектов.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ:

- Лаборатория лазерно-спектрального приборостроения (зав. лаб. – д.ф.-м.н. О.Н. Компанец)
- Сектор многоканальных систем регистрации (зав. сект. – к.т.н. Э.Г. Силькис)



Отдел лазерно- спектрального приборостроения

Основные направления работ

1. Разработка и создание различных типов спектрометров
2. Разработка методик спектрального анализа
3. Разработка и создание многоканальных систем регистрации спектров
4. Разработка высокоскоростных и высокоточных устройств сканирования и позиционирования длины волны



Высокоскоростные устройства сканирования и позиционирования длины волны



Портативные дихрометры для детектирования биологически активных соединений в жидкости с использованием ДНК-биодатчиков



Детекторы на основе ПЗС



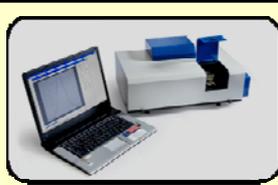
Перестраиваемый мини-спектрометр МС-300



Эмиссионный анализатор водорода в титановых сплавах



Лазерно-искровой эмиссионный спектрометр с ФЭК на 24 ПЗС



Отдел лазерно-спектрального приборостроения

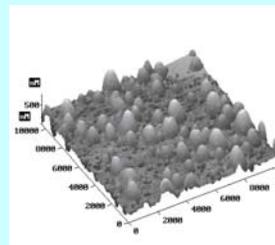
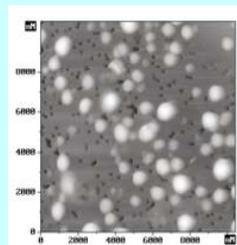
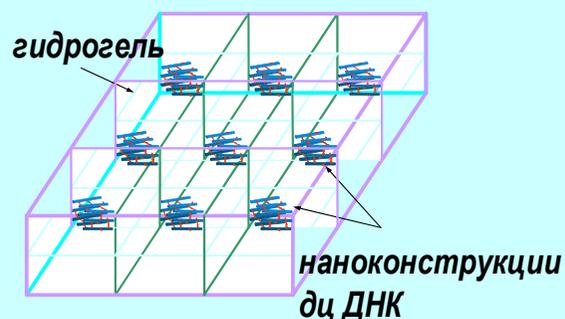
Инновационные проекты и их результаты

Оптические биосенсоры на основе ДНК-биодатчиков и дихрометра для биомедицины

Ключевой элемент новой биосенсорной технологии - биодатчик на основе пространственно упорядоченных частиц холестерической жидко-кристаллической дисперсии молекул ДНК (разработка ИМБ РАН), повреждение или разрушение которого под действием биологически активных и токсических соединений (БАС) из содержащей их исследуемой жидкости сопровождается изменением присущего ему сигнала аномального кругового дихроизма (КД), регистрируемого портативным дихрометром (ИСАН).

Положение, знак и амплитуда аномального сигнала КД дают **аналитический критерий** для определения наличия и концентрации БАС в жидкости. Амплитуда сигнала КД на $\lambda=270$ нм служит **критерием качества исходной ХЖКД ДНК**.

Пространственно упорядоченные частицы, в составе которых молекулы ДНК связаны («сшиты») специфическими наномостиками, образуют «твердые» наноконструкции ДНК:

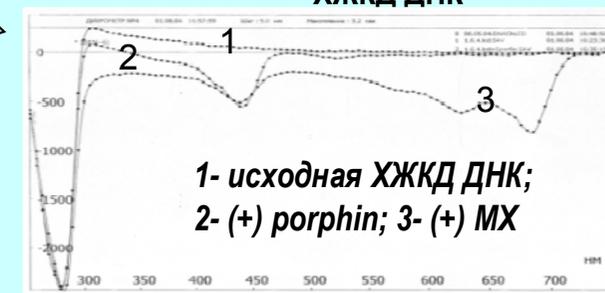
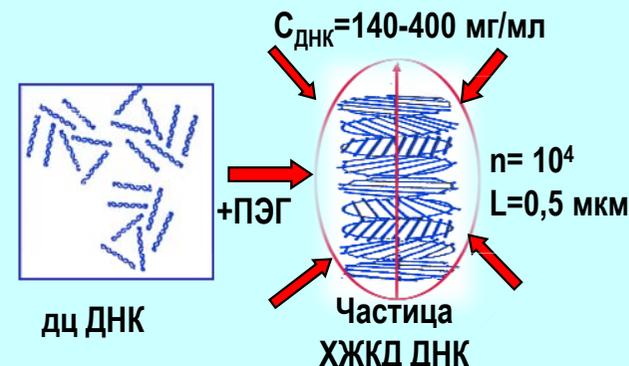


Изображение в атомно-силовом микроскопе наноконструкций, иммобилизованных на поверхности ядерного мембранного фильтра

Применение:

Наноконструкции ДНК – в качестве «носителей» генетического материала, лекарств и антибиотиков в высокой концентрации, а также «носителей» гадолиния в нейтрон-захватной терапии;

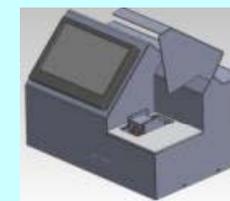
Портативные аналитические системы (биосенсоры) – для детекции биологически активных и токсичных соединений в медицине (клиническая диагностика, фармакокинетика), контроль пищевых продуктов, биобезопасность.

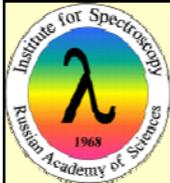


1- исходная ХЖКД ДНК; 2- (+) porphin; 3- (+) MX



СКД-2МУФ (ИСАН)

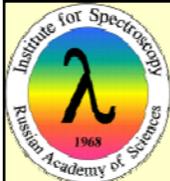




Отдел лазерно-спектрального приборостроения

Основные достижения в 2008-2012 гг.

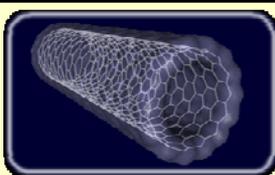
- Изготовлен, испытан и передан в ИМБ РАН экспериментальный автоматизированный образец компактной биоаналитической системы на основе гелевых ДНК-биодатчиков стабилизированных форм и полифункционального портативного дихрометра с вертикальным ходом луча СКД-3. Дихрометр обеспечивает рабочий диапазон 220-800 нм и минимальный детектируемый сигнал кругового дихроизма ($\Delta A/A$) не хуже $5 \cdot 10^{-6}$.
- Разработаны аналитические методики эмиссионного анализа «чистых» меди и свинца (с микропримесями элементов Sn, Sb, Bi и др. на уровне 10^{-5} масс. долей процента), а также спецсплава на основе Bi, Te, Sn, Se с микропримесями 14 элементов. Методики анализа Cu и Pb применены на предприятиях, выпускающих сплавы М1 (близкий к чистой меди) и С1 (близкий к чистому свинцу). Методика анализа спецсплава может быть использована при изготовлении сплавов для термохолодильников на эффекте Пельтье.
- Разработан экспериментальный образец широкодиапазонного (190÷980 нм) лазерно-искрового эмиссионного спектрометра для решения задач геологии, почвоведения, криминалистики и порошковой металлургии, с возможностью проведения анализа в сыпучих (порошковых) средах практически всех аналитически важных химических элементов при высокой концентрационной чувствительности (0,01-0,00001 массовых долей процента).
- Создан компактный одноволновый дихрометр СКД-4, регистрирующий в видимом диапазоне спектра ($\lambda \sim 520$ нм) слабые (на уровне $\sim 10^{-5}$) относительные изменения под действием генотоксикантов (противовирусных и противомикробных препаратов растительного происхождения) аномального сигнала кругового дихроизма биодатчиков на основе наноконструкций ДНК, что соответствует минимальной определяемой концентрации генотоксикантов $\sim 0,5$ мкг/мл, сравнимой с аналогичной характеристикой, получаемой с помощью традиционных методов анализа.
- В интересах ракетно-космической и авиационной отрасли создан анализатор водорода в титановых сплавах в составе: генератор конденсированной искры, мини-спектрометр для регистрации спектра водорода в диапазоне 550-680 нм, программное обеспечение и аналитическая методика измерения концентрации водорода с калибровкой по эталонам типа ОСО22 (ФГУП ВИАМ).
- Разработан способ измерения нелинейности функции преобразования с применением часового индикатора для датчика систем с угловым перемещением подвижного элемента, обеспечивающий возможность более технологичной калибровки по углу, и разработаны устройство на основе лазерного диода, плоскопараллельной пластины и дифференциального фотодиода, реализующее данный способ, и конструкторская документация для его изготовления.
- Создан модернизированный вариант (СКД-2МУФ) портативного широкодиапазонного дихрометра биосенсорной аналитической системы биомедицинского назначения с расширенным рабочим диапазоном, повышенной надежностью, улучшенными эксплуатационными характеристиками и усовершенствованным программным обеспечением; выпущен комплект его конструкторской и эксплуатационной документации.



Отдел лазерно- спектрального приборостроения

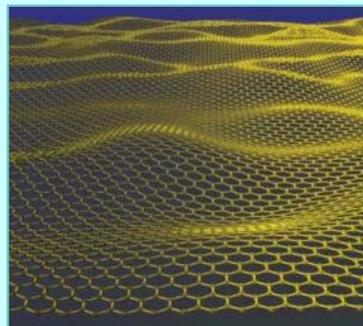
Основные публикации и патенты за 2008-2012 гг.

1. Yevdokimov Yu.M., Salyanov V.I., Skuridin S.G., Semenov S.V., Kompanets O.N., «The CD Spectra of DNA Double-Stranded DNA Liquid-Crystalline Dispersions», ed. Yu.M.Yevdokimov, Nova Science Publishers, N-Y., 2010, 103 p., ISBN 978-1-61122-993-6/
2. В.М.Гусев, С.Ф.Кольяков, О.Н.Компанец, А.М.Павлов, М.А. Павлов, Ю.М.Евдокимов, С.Г.Скуридин. «Портативная биоаналитическая система на основе дихрометра с вертикальной схемой освещения гелевых образцов ДНК-биодатчиков» / Альманах клинической медицины, 2008, т.XVII, ч.2, с.307-310.
3. В.М.Гусев, О.Н.Компанец, А.М.Павлов, М.А. Павлов, Ю.М.Евдокимов, С.Г.Скуридин. «Компактный биосенсор биологически активных веществ на основе гелевого ДНК-биодатчика и одноволнового дихрометра» / Альманах клинической медицины, 2008, т.XVII, с.311-312.
4. Компанец О.Н., Ю.М.Евдокимов. «Оптические биосенсоры генотоксикантов на основе наноконструкций ДНК и портативных дихрометров / Успехи физических наук, 2009, т.179, №3, с. 329-334.
5. А.В.Потапов, С.Ф.Кольяков. «Исследование влияния электрического поля на оптический круговой дихроизм сырой нефти» / Оптика и спектроскопия, 2010, т.108, с.1019-1021.
6. В.М.Гусев, С.Ф.Кольяков, О.Н.Компанец, А.М.Павлов, М.А.Павлов, Ю.М.Евдокимов, С.Г.Скуридин. «Портативная биосенсорная аналитическая система медицинского назначения на базе полифункционального дихрометра СКД-2МУФ» / Сборник материалов III Евразийского конгресса по медицинской физике и инженерии «Медицинская физика-2010», изд. МГУ, том 4, стр.165-168 (2010).
7. Нестерук И.Н. «Кварцевый генератор, стабилизированный по амплитуде», Датчики и системы, 2011, № 2, с.51-52.
8. Нестерук И.Н. «Индуктивный измерительный преобразователь углового перемещения» / Датчики и системы, 2011, № 7, с.57-59.
9. В.М. Гусев, Ю.М. Евдокимов, О.Н. Компанец, М.А. Павлов, С.Г. Скуридин, Д.П.Чулков. «Биологически активные материалы на основе наноконструкций нуклеиновых кислот и калибровка спектрометров кругового дихроизма» / Сборник материалов V Троицкой конференции «Медицинская физика и инновации в медицине» (ТКМФ-5, г.Троицк М.о., 4-8 июня 2012 г.), т. 2, стр. 26-28.
10. Патент РФ 2368868. «Индуктивный измерительный преобразователь углового перемещения», Нестерук Иг.Н.; опубл. 27.09.2009.
11. Патент РФ 92959. «Дихрометр для определения биологически активного вещества в жидкостях, гелях и пленках» / Гусев В.М., Кольяков С.Ф., Компанец О.Н., Павлов М.А., Павлов А.М., Евдокимов Ю.М, Скуридин С.Г.; опубл. 10.04.2010.
12. Патент РФ 92960. «Дихрометр для определения биологически активного вещества в анализируемой жидкости» / Гусев В.М., Кольяков С.Ф., Компанец О.Н., Павлов М.А., Павлов А.М., Евдокимов Ю.М, Скуридин С.Г.; опубл. 10.04.2010.
13. Патент РФ 2429465. «Компактная аналитическая система для определения биологически активного вещества в анализируемой жидкости» / Гусев В.М., Кольяков С.Ф., Компанец О.Н., Павлов М.А., Павлов А.М., Евдокимов Ю.М, Скуридин С.Г.; опубл. 20.09.2011.
14. Патент РФ 2452917. «Индуктивный измерительный преобразователь» / Иг.Н.Нестерук, Ир.Н.Нестерук; опубл.10.06.2012.



Теория, эксперимент и компьютерное моделирование
(с использованием суперкомпьютеров):

- *Нанопотоника (теория, моделирование, эксперимент)*
- *Графен и другие углеродные наноструктуры*
- *Топологические изоляторы*
- *Наноматериалы. Фотонные кристаллы*
- *(Мезо)кластеры, Квантовые точки*
- *Наномеханика, наноэлектроника, НЭМС*
- *Экситоника и поляритоника, БЭК*
- *Нанолитография (эксперимент, моделирование)*
- *Характеризация наноматериалов*



Зав. лаб. проф. Ю.Е. Лозовик
7700 цитирований, $h = 42$ (Scholar Google).
Научный рук. 40 канд. дисс.
(8 – последние 5 лет).

Курсы лекций в МФТИ :

Квантовые наноструктуры, Нанопотоника,
Физика твердого тела, Компьютерное моделирование

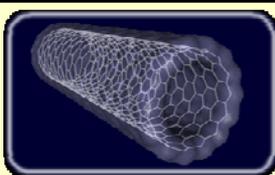


SAMSUNG ADVANCED
INSTITUTE OF TECHNOLOGY



General Electric

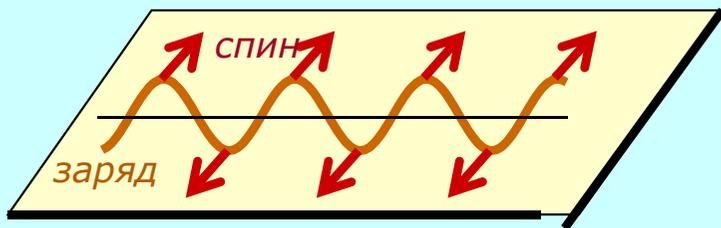
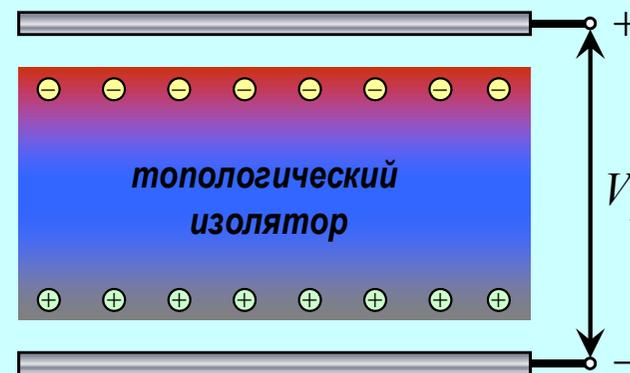
Университеты:
CUNY, Kiel, Barcelona, Glazgow



Топологические изоляторы

Спаривание электронов и дырок с противоположных поверхностей тонкой пленки топологического изолятора:

- самосогласованное экранирование
- гибридизация электронов и дырок
- влияние заряженных примесей
- особенности сверхтекучести
- когерентное усиление туннелирования
- усиление эффекта увлечения: поправка типа Асламазова-Ларкина



- спин-плазмоны на поверхности топологического изолятора: связанные колебания зарядовой и спиновой плотностей
- «киральные» экситоны на поверхности с открытой щелью: предсказано резонансное усиление эффекта Фарадея (и подавление эффекта Керра) в топологических изоляторах

D.K. Efimkin, Yu.E. Lozovik, Phys. Rev. B (в печати)

Yu. E. Lozovik, UFN 182, No.10, 1111–1116 (2012).

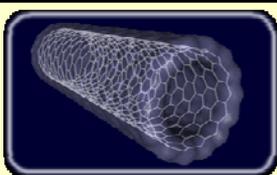
D.K. Efimkin, Yu.E. Lozovik, Phys. Rev. B 87, 245416 (2013)

D.K. Efimkin, Yu.E. Lozovik, Phys. Rev. B 88, 085414 (2013)

D.K. Efimkin, Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, Phys. Rev. B 86, 115436 (2012)

D.K. Efimkin, Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, J. Magn. Magn. Mat. 324, 3610 (2012)

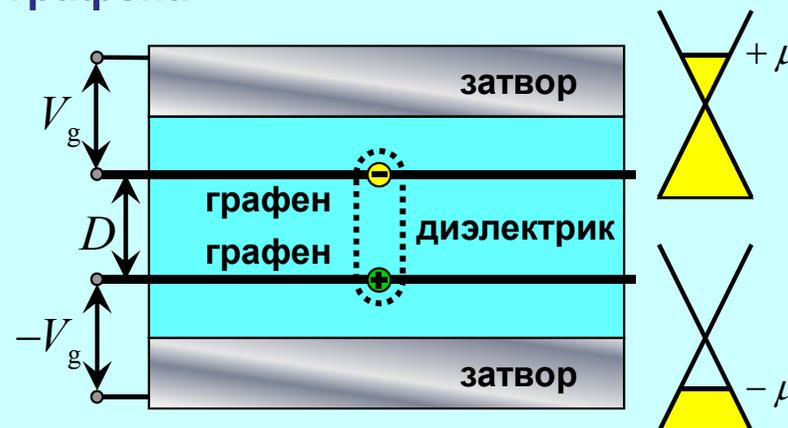
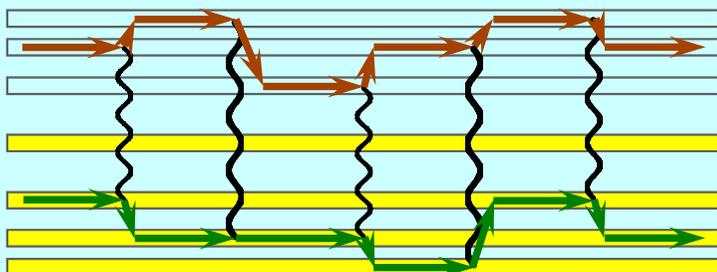
D.K. Efimkin, Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, Nanoscale Res. Lett. 7, 163 (2012)



Электронные свойства графена

Электрон-дырочное спаривание в бислое графена (бездиссипативная линия передачи):

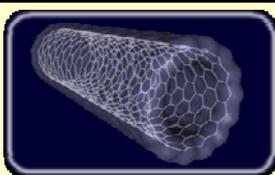
- отсутствие кроссовера БКШ-БЭК
- многозонные эффекты в спаривании
- динамические и корреляционные эффекты
- состояние с неоднородной щелью (LOFF)
- влияние примесей и туннелирования



- *магнитоэкситоны*
- *и магнитоплазмоны в графене:*
- *влияние смешивания уровней Ландау*
- *фононный механизм спаривания в допированном графене: роль структуры параметра порядка*
- *плазмонные поляритоны в полости*
- *поверхностные ТЕ-моды: огромная чувствительность к диэлектрическому контрасту- новый тип биосенсора*

Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, Phys. Lett. A 374, 326 (2009)
 Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, M. Willander, Phys. Stat. Solidi A 206, 927 (2009)
 Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, Eur. Phys. J. B 73, 195 (2010)
 Ю.Е. Лозовик, С.Л. Огарков, А.А. Соколик, ЖЭТФ 137, 57 (2010)
 Yu.E. Lozovik, S.L. Ogarkov, A.A. Sokolik, Phil. Trans. R. Soc. A 368, 5417 (2010)
 Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, Phys. Lett. A 374, 2785 (2010)
 Д.К. Ефимкин, Ю.Е. Лозовик, ЖЭТФ 140, 1009 (2011)
 Д.К. Ефимкин, Ю.Е. Лозовик, ЖЭТФ 140, 1203 (2011)
 D.K. Efimkin, V.A. Kulbachinskii, Yu.E. Lozovik, Письма в ЖЭТФ 93, 238 (2011)
 D.E. Efimkin, Yu.E. Lozovik, Fuller. Nanot. Carb. Nanostr. 20, 569 (2012)
 Yu.E. Lozovik, S.L. Ogarkov, A.A. Sokolik, Phys. Rev. B 86, 045429 (2012)
 Yu.E. Lozovik, A.A. Sokolik, Nanoscale Res. Lett. 7, 134 (2012)

O.V. Kotov, Yu.E. Lozovik, Phys. Lett. A 375, 2573 (2011);
 Fuller. Nanot. Carb. Nanostr. 20, 563 (2012)
 O.V. Kotov, M.A. Kol'chenko, Yu.E. Lozovik,
 Opt. Express 21, 13533 (2013)

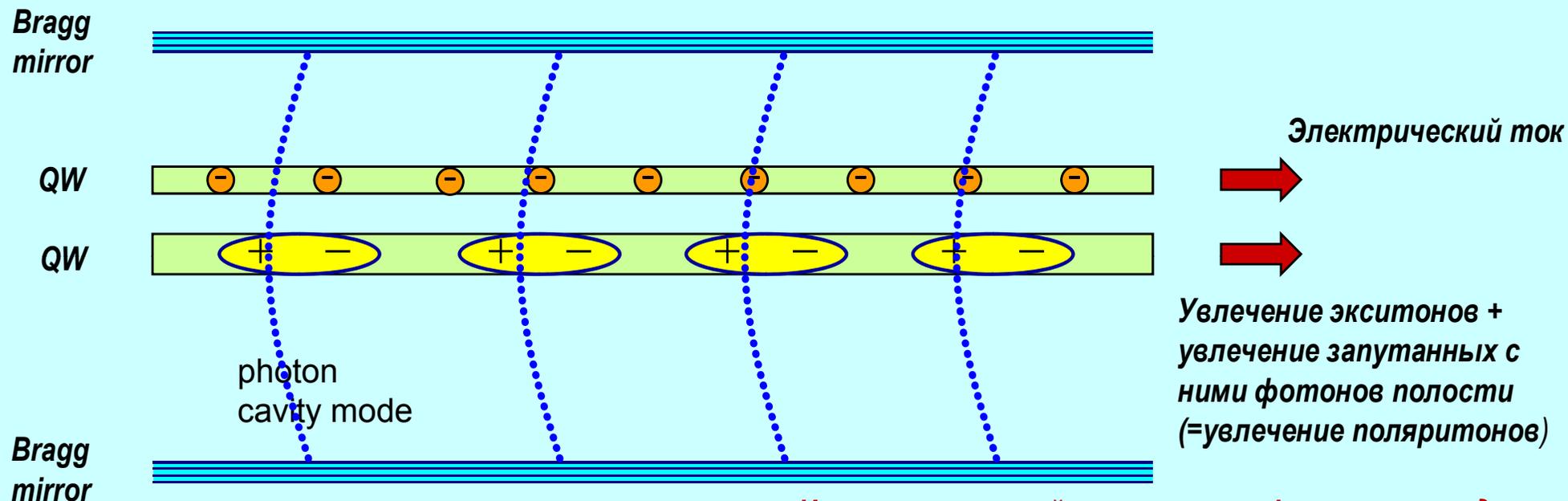


Лаборатория спектроскопии наноструктур

Основные проекты и результаты

Можно ли управлять фотонами с помощью внешнего потенциала?

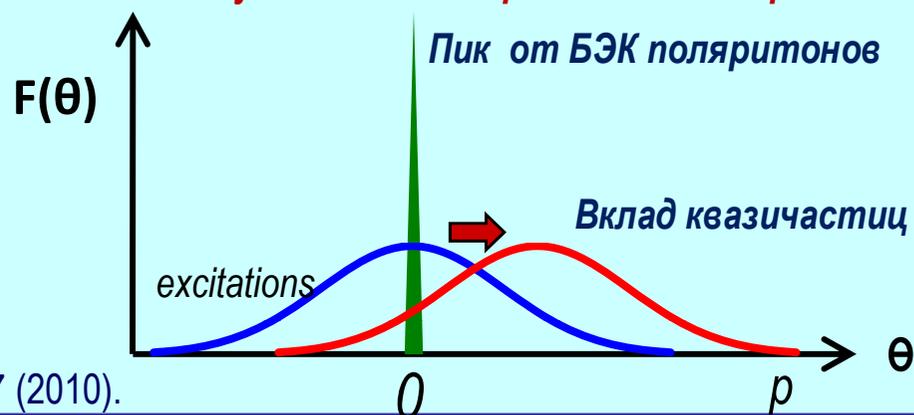
Предсказано увлечение поляритонов полости электронами



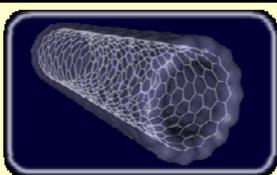
Изменение угловой зависимости фотонов, покидающих полость из-за увлечения поляритонов электронами

1. Метод наблюдения поляритонного конденсата
2. Метод управления фотонами полости

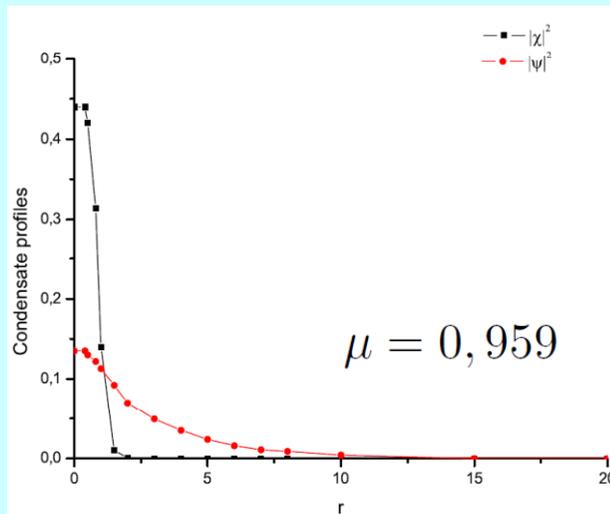
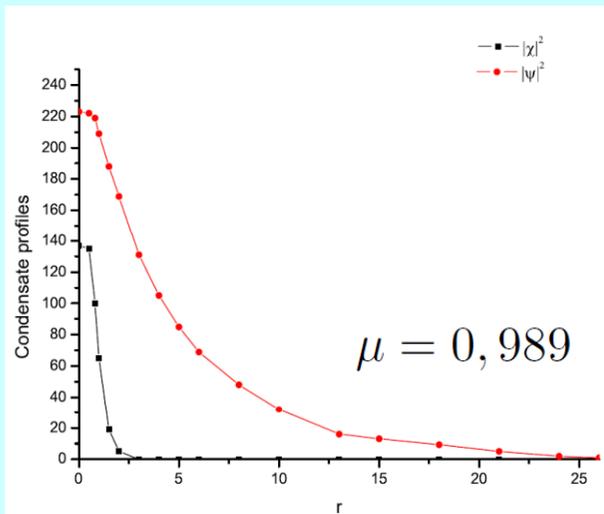
Увлекаются лишь квазичастицы, образующие нормальную компоненту системы поляритонов.



O.L. Berman, R.Ya. Kezerashvili, Yu.E. Lozovik, Phys.Rev.B 82, 125307 (2010).



Конденсат поляритонов как связанные бозе-конденсаты фотонов полости и экситонов



Yu.E. Lozovik, Physics:Uspekhi, 179, No.3, 309 (2009)
 N.S. Voronova, A.A. Elistratov, Yu.E. Lozovik, Bose-Einstein condensate of cavity exciton polaritons in a trap, JETP Lett., 93, No.10, 580-584 (2011).
 N.S. Voronova; A. A. Elistratov, Yu. E. Lozovik, J. Nanophoton. 6 (1), 061802 (October 30, 2012).

Распределение плотности экситонного и фотонного конденсатов в ловушке

Сильный экситонный конфайнмент. Профили экситонного и фотонного конденсатов сильно отличаются: фотонный конденсат имеет существенно больший радиус. Полное число квазичастиц и отношение чисел фотонов и экситонов растет с накачкой



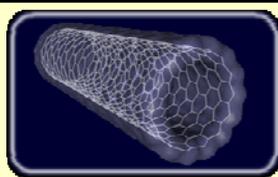
$$\frac{\xi_{ph}}{\xi_{ex}} = \sqrt{\frac{m_{ex}}{m_{ph}}} \sqrt{\frac{1 - a^2}{a^2}}$$

$$a = \frac{E_0 - \mu}{(\hbar\Omega_R/2)}$$

N.S. Voronova, Yu.E. Lozovik, Excitons in cores of exciton-polariton vortices, Phys. Rev. B 86, 195305 (2012)

Вихри в поляритонном конденсате

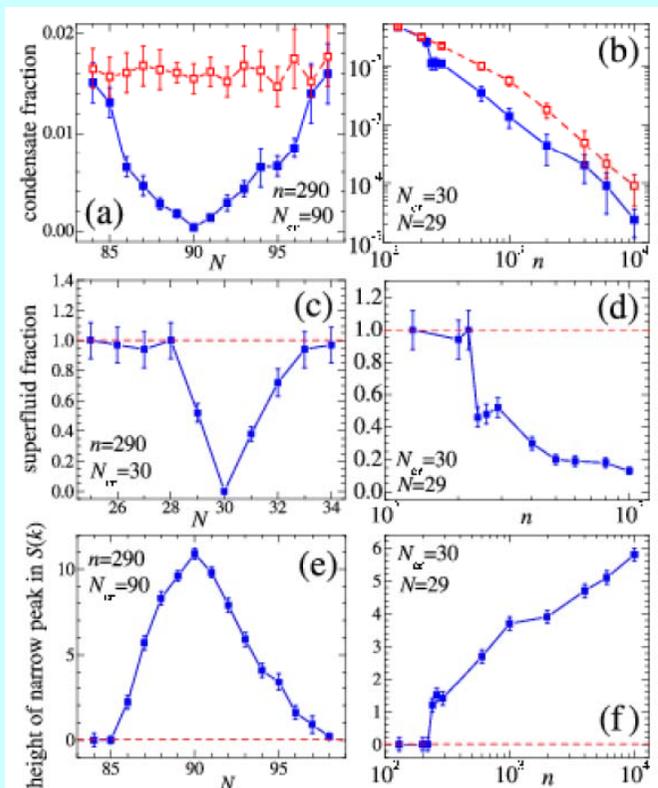
Длины залечивания вихря в фотонном и экситонном конденсатах существенно отличаются



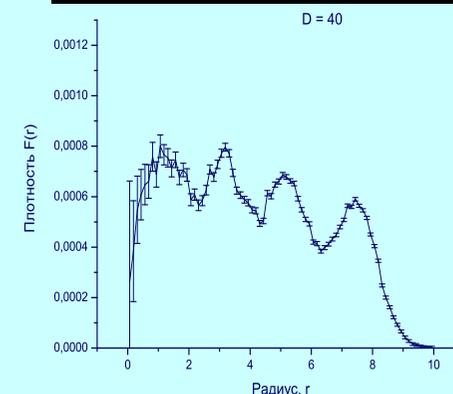
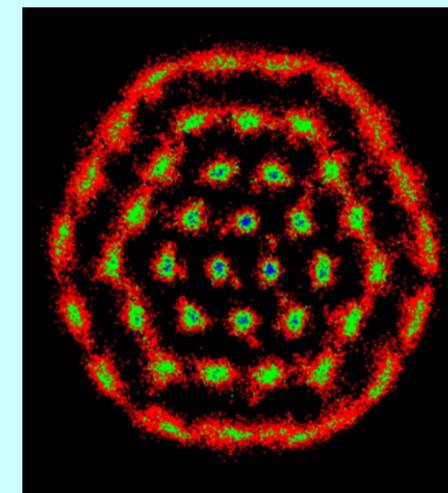
Сильно коррелированные системы. Суперсолид.

- A.E. Golomedov, G.E. Astrakharchik, Mesoscopic supersolid of dipoles in a trap, Phys. Rev. A 84, 033615 (2011).
- I.L. Kurbakov, Yu.E. Lozovik, G.E. Astrakharchik, J. Boronat, Quasi-equilibrium supersolid phase of a two-dimensional dipolar crystal, Phys.Rev. B 82, No.1, 014508 (2010).

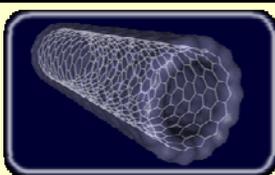
Радиальная оболочечная структура в квантовом дипольном кластере



- Предсказано существование суперсолида с мезоскопическим числом частиц, в котором сосуществуют сверхтекучесть и диагональный порядок
- В макроскопическом пределе в полностью равновесной системе доля сверхтекучей компоненты стремится к нулю
- В системе с метастабильными дефектами (вакансиями и внедрениями), суперсолид существует и сверхтекучая компонента пропорциональна (но не равна!) числу дефектов
- В рассмотренной дипольной системе (экситонов, атомов) дефекты метастабильны (в отличие от He) при концентрациях меньших критической
- Предсказана кристаллизация в системе ридберговских атомов



Osychenko O. N., Astrakharchik G. E., Lutsyshyn Y., Lozovik Yu. E., Boronat J., Phase diagram of Rydberg atoms with repulsive van der Waals interaction, Phys. Rev. A 84, 063621 (2011).

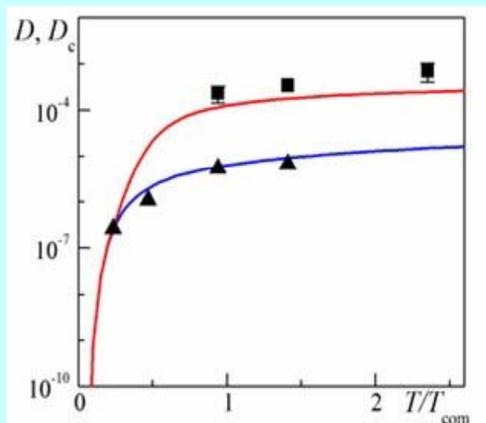
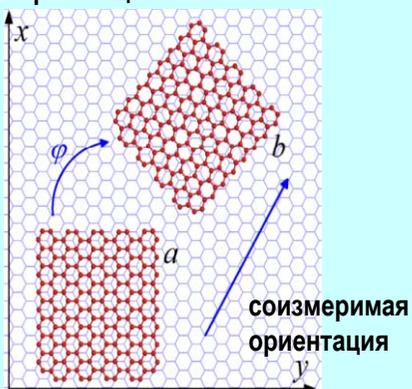


Лаборатория спектроскопии наноструктур

Основные проекты и результаты

Новый механизм (аномальной) диффузии на примере диффузии чешуйки графена на поверхности графена

несоизмеримая ориентация

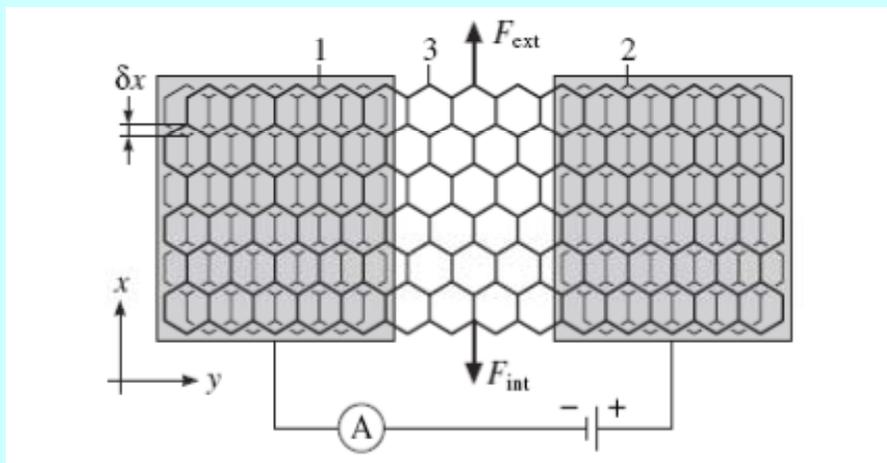


Зависимость коэффициентов диффузии D и D_c чешуйки из 178 атомов от температуры с учетом возможности поворотов (красная линия, квадраты) и для фиксированной соизмеримой ориентации (синяя линия, треугольники), соответственно. Линии – оценка с помощью аналитической теории, символы – результаты моделирования методом молекулярной динамики. kT_{com} – энергия поворота чешуйки в несоизмеримую ориентацию.

При повороте в несоизмеримую ориентацию b барьеры для движения и вращения чешуйки исчезают и она может двигаться на большие расстояния с одновременным вращением

I.V. Lebedeva, A.A. Knizhnik, A.M. Popov, O.V. Ershova, Yu.E. Lozovik, B.V. Potapkin, Fast diffusion of graphene flake on graphene layer, Phys. Rev. B 82, 155460 (2010).

Нанодинамометр на основе графена

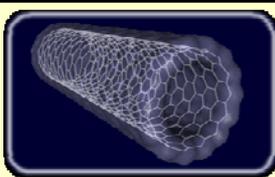


1 и 2 – нижние слои графена, фиксированные на электродах, 3 – верхний подвижный слой.

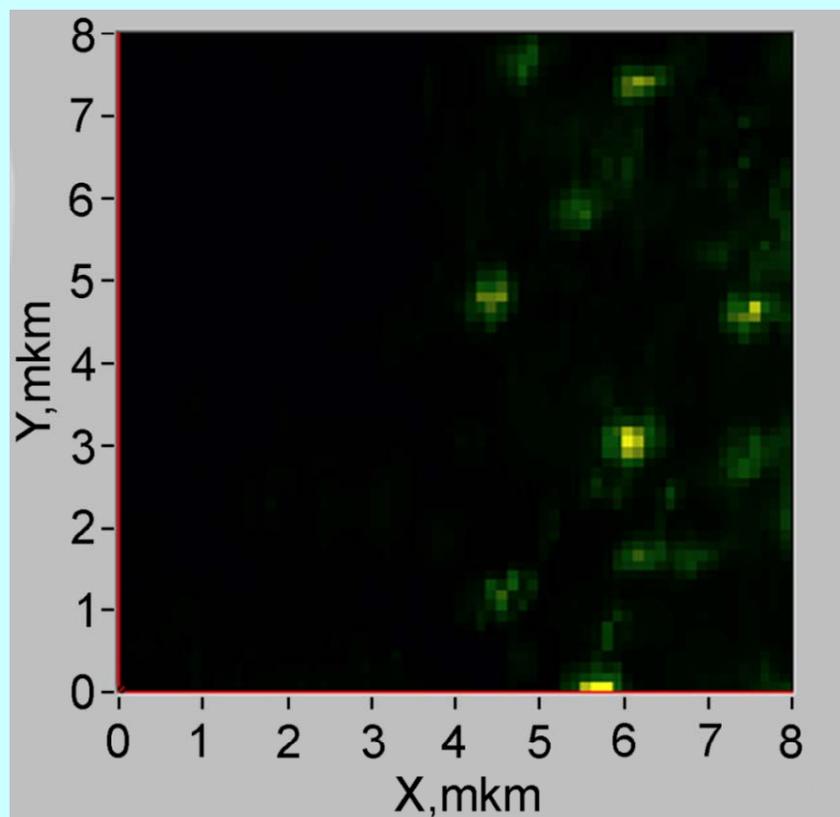
Внешняя сила, действующая на подвижный слой может быть определена с помощью измерения проводимости между электродами.

N.A. Poklonski, A.I. Siahlo, S.A. Vyrko, E.F. Kislyakov, A.M. Popov, Y.E. Lozovik, I.V. Lebedeva, A.A. Knizhnik, Graphene-Based Nanodynamometer, J. of Comp. and Theor. Nanoscience 10, 141 (2013)

• Предложены и проанализированы новые типы НЭМС



Локальные поля, плазмоны и “горячие точки” в люминесценции



Точки люминесценции на пленке TiO_2 с фотонанесенными частицами Ag

Пористые пленки TiO_2 дают при облучении большую концентрацию “горячих точек” Усиление люминесценции в горячих точках $\sim 10^4$ полезно для визуализации биологических объектов.

A.V. Aiboushev, A.A. Astafiev, Yu.E. Lozovik, S.P. Merkulova, V.A. Nadtochenko, et al., Phys. Lett. A, 372, No.31, 5193-5197, 2008 - Эксперимент согласуется с расчетами распределения электромагнитного поля в одной TiO_2 наночастице с наночастицами Ag на ее поверхности (FDTD)

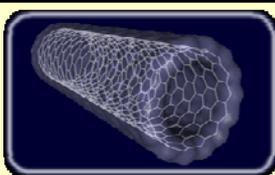
- **Изучены оптимальные экспериментальные условия для нанолитографии в безапертурном ближнем поле**

A.A. Kolesnikov, Yu.E. Lozovik, S.P. Merkulova, A.L. Merkulov et al., Apertureless near field laser nanotechnology, J. Russ.Laser Research, 31, No.6, 510- 516 (2010).

- **Предложен новый метод лазерной спектроскопии, использующий волоконный лазер в микроскопии ближнего поля, сочетающий высокие пространственное разрешение и чувствительность (аналогичную внутрирезонаторной спектроскопии)**

A.V. Aiboushev, A. A. Astafiev, Yu E. Lozovik, S. P. Merkulova, V. A. Nadtochenko et al., Enhanced luminescence and two-photon absorption of silver nanoclusters, Phys. Status Solidi C 6, No. S1, p162-166, 2009

A.A.Kolesnikov, Yu.E.Loizovik, S.P.Merkulova, High-sensitivity near-field laser microscopy, J.Russ.Laser Research, 31, No.5, 464- 469 (2010).



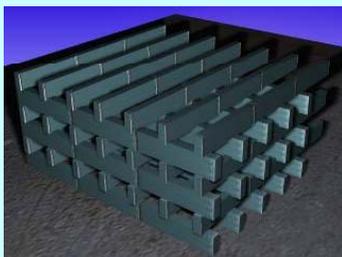
Лаборатория спектроскопии наноструктур

Основные проекты и результаты

Компьютерное моделирование для приложений

- **Дизайн новых нанопотонных свойств путем компьютерного моделирования оптических свойств метаматериалов. Моделирование FDTD**
- **Плазмонные сенсоры**
- **Новые источники излучения на основе фотонных кристаллов**
(цель – подавить бесполезное для освещения ИК-диапазон с помощью фотонной щели)

Сотрудничество:
KINTECH , GE



S.J. Zalyubovskiy, M. Bogdanova, A. Deinega, Y. Lozovik, A.D. Pris, K.H. An, W.P. Hall, Theoretical limit of sensitivity to local refractive index change and its comparison to conventional surface plasmon resonance sensor, JOSA A 29 (6), 994-1002 (2012).

S. Belousov, M. Bogdanova, A. Deinega, S. Eyderman, I. Valuev, Yu. Lozovik, I. Polischuk, B. Potapkin, B. Ramamurthi, Tao Deng, V. Midha, Using metallic photonic crystals as visible light sources, Phys. Rev. B 86, 174201 (2012).

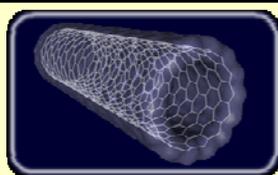
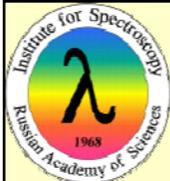
Сотрудничество:



Компьютерное моделирование графеновых устройств:

- **Нанотранзисторов**
- **НЭМС**
- **Элементов графеновой фотоники**
- **Сенсоров**

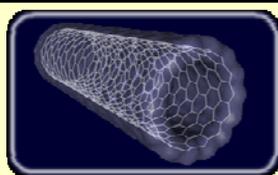
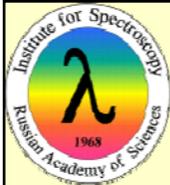
O.L. Berman, V.S. Boyko, R. Ya. Kezerashvili, A.A. Kolesnikov, Yu.E. Lozovik, Phys. Lett. A 374, 4784 (2010)
O.V. Kotov, M.A. Kol'chenko, Yu.E. Lozovik, Opt. Express 21, 13533 (2013)



Лаборатория спектроскопии наноструктур

Основные публикации в 2008-2012 гг.

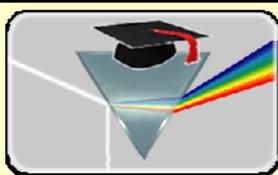
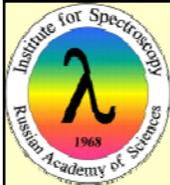
- Ю.Е.Лозовик, С.П.Меркулова, А.А.Соколик, Коллективные явления в графене, УФН 178, No.7, 757-776 (2008).
- J.Böning, A.Filinov, P.Ludwig, H.Baumgartner, M.Bonitz, Yu.E.Loizovik, Melting of Trapped Few-Particle Systems, Phys. Rev. Lett. 100, No.11, 113401 (2008).
- G. E. Astrakharchik, Yu.E. Loizovik, Super-Tonks-Girardeau regime in trapped one-dimensional dipolar gases, Phys.Rev., A 77, No.1, 013404 (2008).
- O.L.Berman, Yu.E.Loizovik, G.Gumbs, Bose-Einstein condensation and superfluidity of magnetoexcitons in bilayer graphene, Phys.Rev.B 77, 15, 155433 (2008)
- O.L. Berman, R.Y. Kezerashvili, Yu.E.Loizovik, Collective properties of magnetobexcitons in quantum wells and graphene superlattices, Phys.Rev. B 78, 3, 035135(2008).
- O.L.Berman, G.Gumbs, Yu.E.Loizovik, Magnetoplasmons in layered graphene structures, Phys.Rev.,B 78, No.8, 085401 (2008).
- O.L. Berman, Yu.E. Loizovik, D.W. Snoke, Theory of Bose-Einstein condensation and superfluidity of two-dimensional polaritons in an in-plane harmonic potential, Phys. Rev. , B 77, No.15, 155317 (2008).
- O.L. Berman, V.S. Boyko, R.Ya. Kezerashvili, Yu.E. Loizovik, Anomalous far-infrared monochromatic transmission through a film of type-II superconductor in magnetic field, Phys.Rev., B 78, No.9, 094506 (2008).
- A.Filinov, J. Böning, M. Bonitz, Yu.E. Loizovik, Controlling the spatial distribution of superfluidity in radially ordered Coulomb clusters, Phys.Rev., B 77, No.21, 214527 (2008).
- Yu.E.Loizovik, A.A.Sokolik, Electron-hole pair condensation in graphene bilayer, JETP Lett., vol. 87, No.1, 55-59 (2008).
- E. Bichoutskaia, A.M. Popov, Yu.E.Loizovik, Nanotube-based data storage devices, Materials Today, 11, No.6, 38-43(2008).
- A.V.Aiboushev, A.A.Astafiev, Yu.E.Loizovik, S.P.Merkulova, V.A. Nadtochenko, O.M. Sarkisov, Enhanced luminescence of silver nanoclusters in mesoporous film, Phys. Lett., A372, No.31, 5193-5197(2008).
- Ю.Е.Лозовик, Сильные корреляции и новые фазы в системе экситонов и поляритонов, поляритонный лазер, УФН 179, No.3, 309-313 (2009).
- O.L. Berman, R.Ya. Kezerashvili, Yu.E. Loizovik, Bose-Einstein condensation of trapped polaritons in two-dimensional electron-hole systems in a high magnetic field, Phys. Rev. B 80, 115302 (2009).
- G. E. Astrakharchik, J. Boronat, J. Casulleras, I. L. Kurbakov, and Yu.E. Loizovik Equation of state of a weakly interacting Bose gas studied at zero temperature by means of quantum Monte Carlo methods, Phys. Rev. A 79, 5, 051602(R) (2009).
- Akulin V.M., Loizovik Yu.E., Mazets I.E., et al., Tunneling electroconductance of atomic Bose-Einstein condensates, Phys. Rev. A79, No.6, 063614(2009).
- A.P.Vinogradov , Yu. E. Loizovik, A. M. Merzlikin, A. V. Dorofeenko, I. Vitebskiy, A. Figotin, A. B. Granovsky, A. A. Lisyansky, Inverse Borrmann effects in photonic crystals, Phys.Rev.B80, 235106 (2009).
- E. Bichoutskaia, A.M. Popov, Y.E. Loizovik, O.V. Ershova, I.V. Lebedeva, A.A. Knizhnik, Modeling of ultrahigh frequency resonator based on the relative vibrations of the walls of carbon nanotubes, Phys. Rev. B 80, 165427 (2009).
- A.V. Aiboushev, A. A. Astafiev, Yu E. Loizovik, S. P. Merkulova, V. A.Nadtochenko, O. M. Sarkisov, and M. Willander, Enhanced luminescence and two-photon absorption of silver nanoclusters, Phys. Status Solidi C 6, No. S1, p162-166, 2009
- O.L. Berman, R.Ya. Kezerashvili and Yu.E.Loizovik, Drag effects in the system of electrons and microcavity polaritons, Phys.Rev.B82, 125307(2010).
- I.L. Kurbakov, Yu.E. Loizovik, G.E. Astrakharchik, J. Boronat, Quasi-equilibrium supersolid phase of a two-dimensional dipolar crystal, Phys.Rev. B 82, No.1, 014508 (2010).
- G. E. Astrakharchik, J. Boronat, I. L. Kurbakov, Yu. E. Loizovik, F.Mazzanti, Low-dimensional weakly interacting Bose gases: non-universal equations of state, Phys. Rev. A 81, 013612 (2010).
- Yu.E. Loizovik, A.A. Sokolik, Ultrarelativistic electron-hole pairing in graphene bilayer, Eur. Phys. J. , B 73, 195-206 (2010).



Лаборатория спектроскопии наноструктур

Основные публикации в 2008-2012 гг.

- O.V. Ershova, I.V. Lebedeva, Yu.E. Lozovik, A.M. Popov, A.A. Knizhnik, B.V. Potapkin, O.N. Bubel', E.F. Kislyakov, A.N. Poklonski, Nanotube-based NEMS: control vs. thermodynamical fluctuations, Phys. Rev. B81, No.15, 155453(2010).
- O.L. Berman, V.S. Boyko, R.Ya. Kezerashvili, A.A.Kolesnikov, Yu.E.Loizovik, Graphene-based photonic crystal, Phys. Lett. A374, 3681-3684(2010).
- O.V. Ershova, I.V. Lebedeva, Yu.E. Lozovik, A.M. Popov, A.A. Knizhnik, B.V. Potapkin, O.N. Bubel', E.F. Kislyakov, A.N. Poklonski, Nanotube-based NEMS: control vs. thermodynamical fluctuations, Phys. Rev. B 81(15), 155453(15p.) (2010).
- I.V.Lebedeva, A.A.Knizhnik, A.M.Popov, O.V.Ershova, Yu.E.Loizovik, B.V. Potapkin, Fast diffusion of graphene flake on graphene layer, PRB 82, 155460, 2010
- A.A.Kolesnikov, Yu.E.Loizovik, S.P.Merkulova, High-sensitivity near-field laser microscopy, J.Russ.Laser Research, 31, No.5, 464- 469 (2010).
- A. Deinega, I. Valuev, B. Potapkin, Yu. Lozovik, Antireflective properties of pyramidally textured surfaces, Optics Letters, Vol. 35, Issue 2, pp. 106-108 (2010).
- I.V. Lebedeva, A.A. Knizhnik, A.M. Popov, O.V. Ershova, Yu.E. Lozovik, B.V. Potapkin, Diffusion and drift of graphene flake on graphite surface, J.Chem.Phys. 134, 104505 (2011)
- A.M. Popov, I. V. Lebedeva, A.A. Knizhnik, Yu.E. Lozovik, B.V. Potapkin, Commensurate-incommensurate phase transition in bilayer graphene, Phys.Rev.B 84, 045404 (2011).
- N.S.Voronova, A.A.Elistratov, Yu.E. Lozovik, Bose-Einstein condensate of cavity exciton polaritons in a trap, JETP Lett., 93,No.10, 580-584 (2011).
- O. V. Kotov, Yu. E. Lozovik, Cavity plasmon polaritons in monolayer graphene, Phys.Lett.A375, No.26, 2573-2576 (2011).
- A.E.Golomedov, G.E.Astrakharchik, Mesoscopic supersolid of dipoles in a trap, Phys. Rev. A 84, 033615 (2011).
- A.M. Popov, I.V. Lebedeva, A.A. Knizhnik, Yu.E. Lozovik, B.V. Potapkin, Molecular dynamics simulation of the self-retracting motion of a graphene flake, Phys.Rev.,B 84, 245437 (2011).
- Osychenko O. N., Astrakharchik G. E., Lutsyshyn Y., Lozovik Yu. E., Boronat J., Phase diagram of Rydberg atoms with repulsive van der Waals interaction, Phys. Rev. A 84, 063621 (2011).
- S.Belousov, M.Bogdanova, A.Deinega, S.Eyderman, I.Valuev, Yu. Lozovik, I.Polischuk, B.Potapkin, B.Ramamurthi, Tao Deng, V.Midha, Using metallic photonic crystals as visible light sources, Phys. Rev. B 86, 174201 (2012).
- D. K. Efimkin, Yu. E. Lozovik, A. A. Sokolik, Electron-hole pairing in a topological insulator thin film, Phys. Rev. B 86, 115436(2012).
- Yu.E.Loizovik, S.L.Ogarkov, A.A.Sokolik, Condensation of electron-hole pairs in a two-layer graphene system: Correlation effects, Phys.Rev.B 86, 045429, 2012.
- O. L. Berman, R. Ya. Kezerashvili, G. V. Kolmakov, Yu. E. Lozovik, Turbulence in a Bose-Einstein condensate of dipolar excitons in coupled quantum wells, Phys. Rev. B 86, 045108 (2012).
- N.S. Voronova, Yu.E. Lozovik, Excitons in cores of exciton-polariton vortices, Phys. Rev. B 86, 195305 (2012).
- I.V. Lebedeva, A.A.Knizhnik, A.M.Popov, Yu.E.Loizovik, B.V.Potapkin, Modeling of graphene-based NEMS, Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, 44, pp. 949-954(2012)
- Efimkin D.K., Lozovik Yu.E., Sokolik A.A., Collective excitations on a surface of topological insulator, Nanoscale Research Letters 2012, 7:163 (2012).
- S.J. Zalyubovskiy, M. Bogdanova, A. Deinega, Y. Lozovik, A.D. Pris, K.H. An, W.P. Hall, Theoretical limit of localized surface plasmon resonance sensitivity to local refractive index change and its comparison to conventional surface plasmon resonance sensor, JOSAA 29 (6), 994-1002(2012).
- N.A. Poklonski, S.V. Ratkevich, S.A. Vyrko, E.F. Kislyakov, O.N. Bubel', A.M. Popov, Y.E. Lozovik, N.N. Hieu, N.A. Viet, Structural phase transition and band gap of uniaxially deformed (6,0) carbon nanotube, Chem. Phys. Lett. 545, 71-77 (2012).
- N.S. Voronova, A. A. Elistratov, Yu.E. Lozovik, Coupled condensates of excitons and photons in the trap, J. Nanophoton. 6 (1), 061802 (2012).
- Ю. Е. Лозовик, "Плазмоника и магнитоплазмоника на графене и топологическом изоляторе", УФН, 182, No.10, 1111-1116 (2012).



Лаборатория экспериментальных методов спектроскопии

Заведующий лабораторией – к.ф.-м.н. Е.Б.Перминов.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

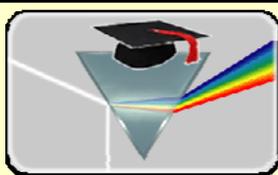
Важнейшим сегментом деятельности Института является реализация интегрированной системы подготовки высококвалифицированных научных кадров. Институт имеет большой научный и образовательный потенциал. На основании бессрочной лицензии, выданной ИСАН Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки РФ, проводится обучение по 4 специальностям в аспирантуре («Теоретическая физика», «Оптика», «Физика конденсированного состояния», «Лазерная физика») и в докторантуре по специальности «Оптика». Аккредитация образовательных программ аспирантуры Института успешно проходит завершающую стадию.

Со времени своего основания ИСАН является базовой организацией кафедры квантовой оптики Московского физико-технического института (МФТИ). Под руководством научных сотрудников Института работают также студенты и аспиранты физического факультета МГУ им. Ломоносова, МИФИ, МПГУ, МИСиС и других вузов.

При ИСАН создан **Научно-образовательный центр «Широкодиапазонная спектроскопия перспективных материалов»**, объединяющий и координирующий научно-исследовательскую работу и дополнительное профессиональное образование молодых ученых: студентов, аспирантов, докторантов, прикомандированных стажеров, молодых исследователей из других научно-образовательных учреждений выполняющих работы в рамках совместных с ИСАН проектов. НОЦ координирует взаимодействие с отечественными и зарубежными научно-образовательными организациями.

Базовая кафедра МФТИ «Нанооптика и спектроскопия» ежегодно выполняет педагогическую работу в объеме более 1000 часов. Занятия со студентами проводят сотрудники Института - доктора и кандидаты наук. Студенты III курса выполняют в ИСАН практические работы в Лаборатории экспериментальных методов спектроскопии на установках, спроектированных и созданных сотрудниками Института и на средства Института. Лабораторные установки укомплектованы современными измерительными приборами, которые не только обеспечивают учебный процесс, но и позволяют проводить научные исследования. В лаборатории постоянно проводятся работы по модернизации с целью расширения учебных и исследовательских возможностей. Последние разработки: стенд для исследования спектральных характеристик материалов в миллиметровом диапазоне длин волн; аппаратура и методики исследования нанодисперсного состава эмульсий и суспензий методом лазерно-корреляционной спектроскопии.





Лаборатория экспериментальных методов спектроскопии

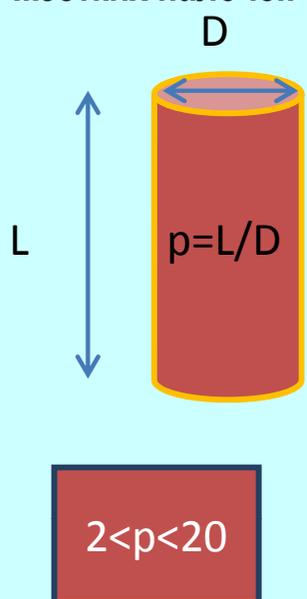
В лаборатории исследуется возможность определения формы и размеров наночастиц в дисперсиях методами лазерной спектроскопии динамического рассеяния (ЛСДР). ЛСДР как неразрушающий метод хорошо развит и используется в серийных приборах для определения гидродинамического радиуса частиц. Для низкосимметричных частиц результат измерения отражает лишь их некоторый эффективный размер. Недавно показано, что на основе модельных представлений светорассеяния на частицах дисперсий с использованием поляризационных измерений можно определить не только эффективный размер частицы, но и два или три пространственных параметра частицы. Предложен метод расчета и разработано программное обеспечение для определения размеров частиц различной формы.

Для тестирования программ расчета на реальных объектах собрана установка «Спектрометр динамического светорассеяния в нанодисперсиях низкосимметричных частиц», которая также используется в студенческом лабораторном практикуме.

1. Лопатко В.Б., Новоселов А.Г., Певгов В.Г., Перминов Е.Б., Сумароков А.В. Программная реализация алгоритма решения обратной задачи корреляционной спектроскопии. Перспективные материалы. Специальный выпуск №10, февраль 2011, стр. 236 – 241.

2. Крашенинников В.Н., Лопатко В.Б., Новоселов А.Г., Перминов Е.Б. О влиянии стабильности лазера на точность определения размеров наночастиц спектрометрами динамического рассеяния света. Перспективные материалы. Специальный выпуск №14, февраль 2013, стр. 330 – 337.

Модель жестких палочек



Модели сфероидов и эллипсоидов

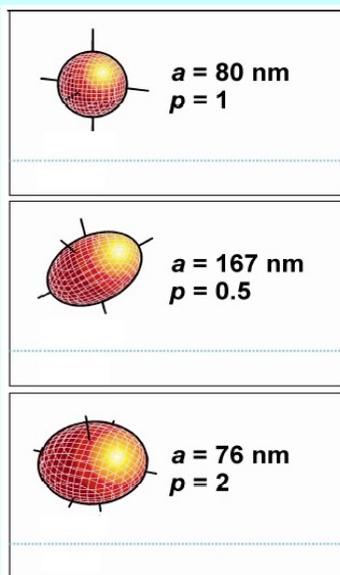
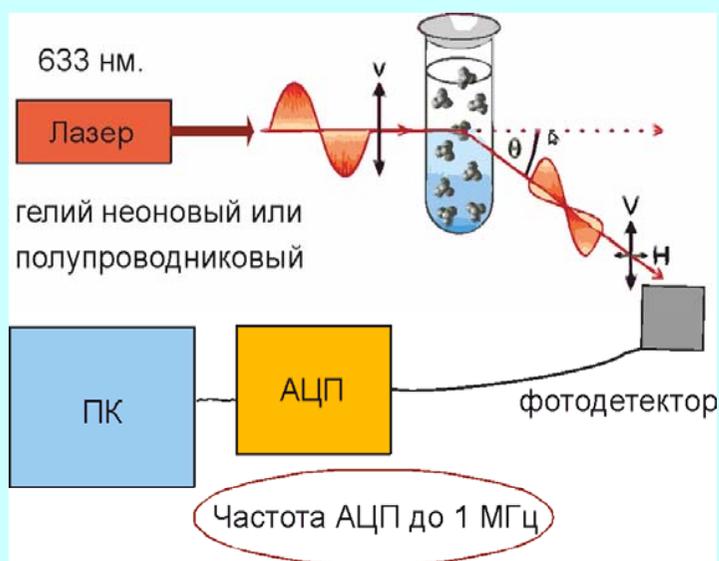
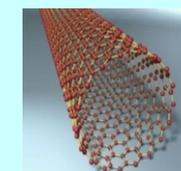


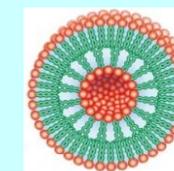
Схема лазерного спектрометра динамического рассеяния



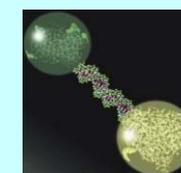
Применение



Определение размеров нано- и биочастиц.



Оперативный контроль характеристик липосом, используемых для адресной доставки лекарств



Определение внутренней структуры сложных полимеров

Базовая кафедра МФТИ «**Нанооптика и спектроскопия**» (до 2012 г. - «Квантовая оптика»)
(зав. каф. чл.-корр. РАН, проф. Е.А. Виноградов)

(* **Бакалавриат и Магистратура МФТИ**

(* **Аспирантура по специальностям:**

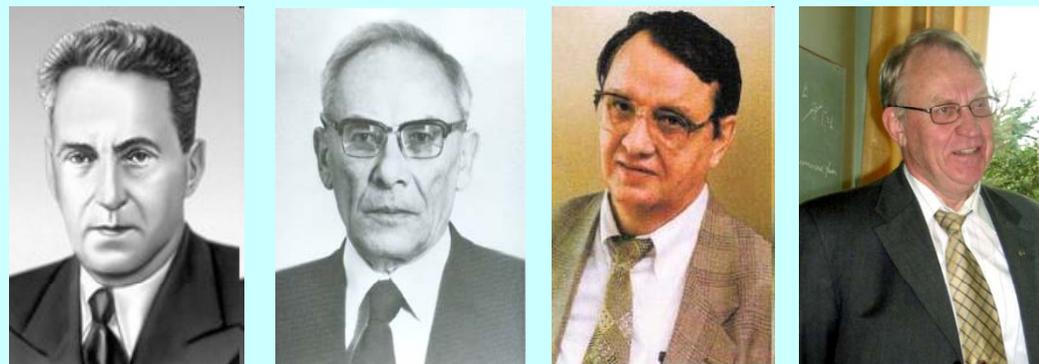
- Теоретическая физика
- Оптика
- Физика конденсированного состояния
- Лазерная физика

(* **Докторантура по специальности «Оптика»**

(* **Диссертационный совет:**

- 01.04.05 – «Оптика»
- 01.04.02 – «Теоретическая физика»

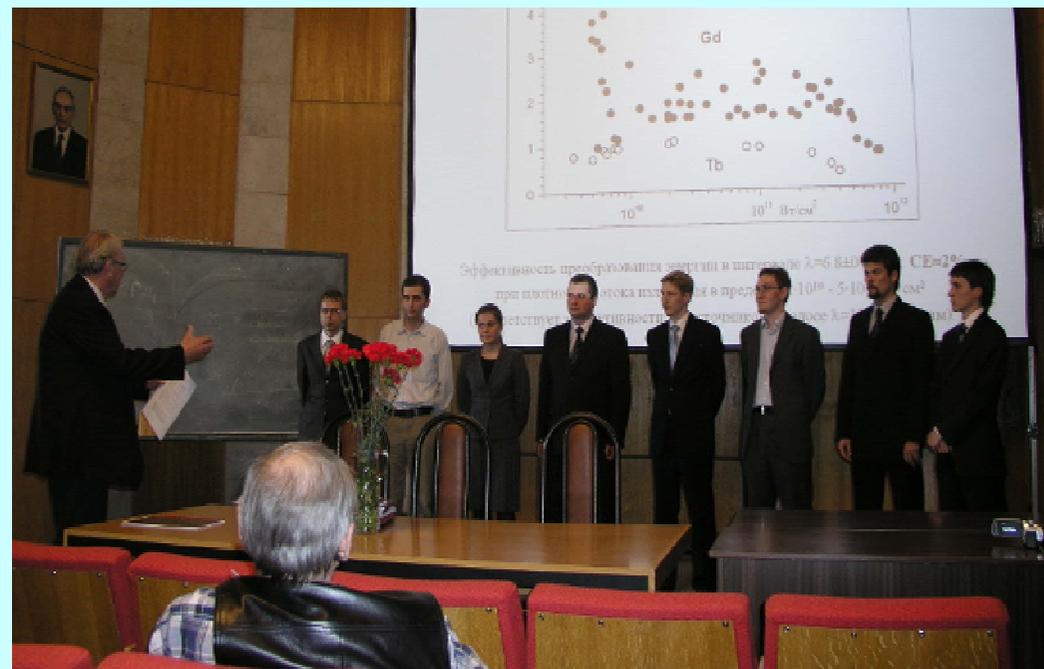
(* **Сотрудничество с университетами**



Г.С. Ландсберг С.Л. Мандельштам В.С. Летохов Е.А. Виноградов



Студенческая лаборатория



Защита магистерских диссертаций

Научно-организационный отдел Общие службы института



Библиотека ИСАН – филиал БЕН РАН
(зав. библиотекой – А.Н. Макарова)



Главный бухгалтер
Л.П. Назарова



Нач. отдела кадров
Л.С. Васильева



Электроэрозионный станок с ЧПУ для прецизионного изготовления сложных металлических деталей с допусками от 2 мкм (оператор инж. С.В. Орлов)

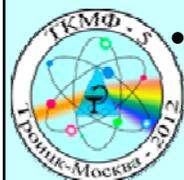
- Научно-организационный отдел (рук. Е.Б. Перминов)
- Бухгалтерия (гл. бух. Л.П. Назарова)
- Планово-экономический отдел (рук. А.Ю. Плодухин)
- Отдел кадров (зав. Л.С. Васильева)
- Библиотека (зав. А.Н. Макарова)
- Отдел главного инженера (рук. Е.И. Юлкин)
- Опытное производство (рук. Д.Ф. Темный)
- Отдел информационных технологий (зав. М.В. Бакулин)
- Отдел по охране и безопасности труда (нач. Н.П. Виноградов)
- Хозяйственный отдел (нач. Н.М. Акимова)
- Профсоюзный комитет (председатель – к.т.н. Е.В. Горский)
- Совет молодых ученых (председатель – к.ф.-м.н. Д.С. Пыталев)

Организация конференций и симпозиумов



- **Съезд по спектроскопии**
(в 2010 году состоялся XXIV Съезд по спектроскопии и Молодежная научная школа по оптике и спектроскопии, посвященные 100-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР С.Л.Мандельштама)

www.spectroscopy.su



- **Троицкая конференция «Медицинская физика и инновации в медицине»**
(в 2012 г. была проведена очередная 5-я конференция)

www.medphys.troitsk.ru



- **Всероссийская конференция по аналитической спектроскопии**
(В 2012 г. состоялась очередная конференция на базе Кубанского гос. университета: www.analytspectr.ru)

- **Всероссийская конференция по фундаментальной атомной спектроскопии**

(XX конференция состоялась в 2013 г. на базе Воронежского университета: www.fas.vsu.ru)

- Всероссийский семинар по диодной лазерной спектроскопии
- Ежегодный научный семинар, посв. памяти Р.И.Персонова
- Регулярные семинары института и отделов
- Сотрудники ИСАН входят также в состав организационных и программных комитетов широкого круга отечественных и международных конференций, симпозиумов, научных школ и семинаров по различным разделам естествознания.



XXIV Съезд по спектроскопии - 2010
ФИАН - ИСАН

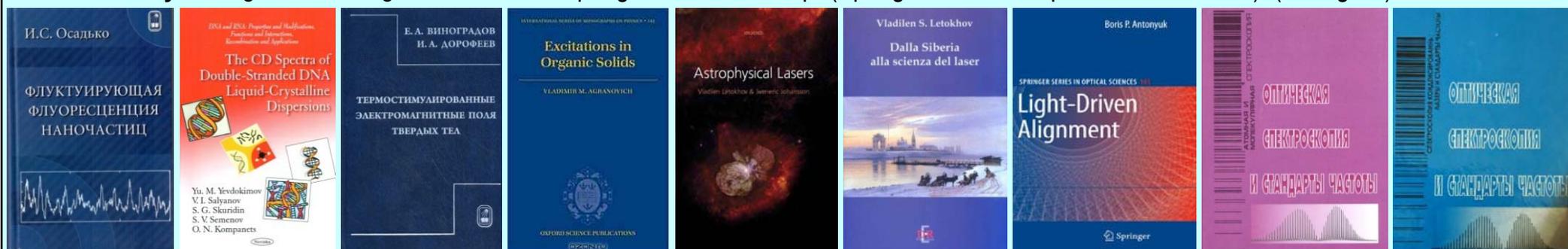


2013-03-21

Очередной общеинститутский семинар

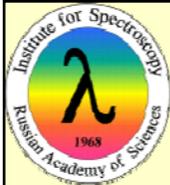
Монографии и книги в 2008-2012 гг.

1. Yu.M. Yevdokimov, V.I. Salyanov, S.G. Skuridin, S.V. Semenov, O.N. Kompanets, "The CD spectra of double-stranded DNA liquid-crystalline dispersions", Nova Science Publishers, New York, 2011, 103 p.
2. И.С. Осадько, "Флуктуирующая флуоресценция наночастиц", - Москва, Физматлит, 2011, 320 с.
3. Е.А. Виноградов, И.А.Дорофеев, "Термостимулированные электромагнитные поля твердых тел", - М., Физматлит, 2010, 484 с.
4. V.M. Agranovich, "Excitations in organic solids", Oxford University Press, Oxford; New York, (2009). (In English).
5. V.S. Letokhov, S. Johansson, "Astrophysical lasers", Oxford University Press, Oxford; New York, (2009). (In English).
6. «Оптическая спектроскопия и стандарты частоты» / Колл. монография (ред. Виноградов Е.А., Сеница Л.Н.). Том. 2 «Атомная и молекулярная спектроскопия», - Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2009. - 488 с.
7. «Оптическая спектроскопия и стандарты частоты» / Колл. монография (ред. Виноградов Е.А., Сеница Л.Н.). Том. 3 «Спектроскопия конденсированных сред. Лазеры и стандарты частоты», - Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2009. - 494 с.
8. V.S. Letokhov, "Dalla Siberia alla scienza del laser".-Roma: Di Renzo Editore, 2008.-122 p. (In Italian).
9. B.P. Antonyuk, "Light-Driven Alignment". -Berlin: Springer, 2008.-XI, 241p.-(Springer series in Optical Sciences 141). (In English).



Докторские диссертации

1. Я.В. Карташов, "Уединенные нелинейные волны в микроструктурированных средах: формирование, стабилизация и контроль", Троицк, Москва (2012), 354 с. (Специальность 01.04.05-"Оптика", физико-математические науки).
2. А.В. Наумов, "Спектроскопия одиночных молекул как метод исследования низкотемпературной динамики неупорядоченных твердых тел", Троицк, Москва (2009), 285 с. (Специальность 01.04.05-"Оптика", физико-математические науки).
3. С.В. Пигульский, "Метод и аппаратура для крупномасштабного процесса лазерного разделения изотопов углерода", Троицк Москва (2009), 353с. (Специальность 01.04.01-"Инструменты и методы экспериментальной физики", технические науки).
4. Л.А. Сурин, "Динамика слабосвязанных молекулярных комплексов: исследование методом спектроскопии в миллиметровом диапазоне длин волн", Троицк Москва (2009), 226 с. (Специальность 01.04.05-"Оптика", физико-математические науки).

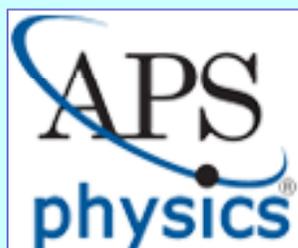


Кандидатские диссертации за период 2008-2012 гг.

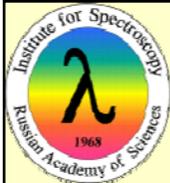
1. **Н.С. Воронова**, "Моделирование коллективных возбуждений и основного состояния низкоразмерных систем", 2012
2. **Д.К. Ефимкин**, "Коллективные и транспортные явления в графене и топологических изоляторах", 2012
3. **А.Л. Щукина**, «Флукуирующая флуоресценция одиночных молекулярных комплексов », 2012
4. **В.Е. Бабичева**, "Поверхностные плазмон- поляритоны в периодических наноструктурах ", 2012
5. **В.В. Медведев**, "Разработка методов спектральной фильтрации для источников экстремального ультрафиолетового излучения на основе лазерной плазмы ", 2012
6. **А.А. Долгов**, "Микроволновая спектроскопия слабосвязанных комплексов, состоящих из молекул, распространенных в планетарных атмосферах и межзвездной среде (CO, D2, N2, CH4, NH3) ", 2012
7. **С.В. Корнеев**, "Нелинейная динамика атомных и поляритонных бозе-конденсатов ", 2012
8. **А.А. Горшелев**, "Микроскопическая природа уширения оптических спектров органических хромофорных молекул в твердых средах при низких температурах: исследование методами селективной лазерной спектроскопии", 2011
9. **В.О. Компанец**, "Фемтосекундная лазерно-диагностическая спектрометрия в экспериментах по фотофизике, фотохимии и фотобиологии", 2011
10. **А.А. Мельников**, "Сверхбыстрая динамика электрон-решеточных фотовозбуждений в висмуте и допированном полианилине", 2011
11. **К.Н. Болдырев**, "Спектроскопическое исследование редкоземельных алюминиевых и хромовых боратов со структурой хантита", 2011
12. **В.В. Федянин**, "Статистика фотонов мерцающей флуоресценции одиночных молекул", 2011
13. **А.Е. Афанасьев**, "Создание атомных микроструктур на поверхности твердого тела с использованием квазирезонансного лазерного излучения", 2010
14. **М.В. Богданова**, "Оптические явления в металло-диэлектрических фотонных кристаллах", 2010
15. **А.А. Колесников**, "Компьютерное моделирование оптических свойств нанобъектов и фотонных кристаллов", 2010
16. **А.М. Лившиц**, "Структура кристаллического состояния и фазовые переходы в мезоскопических системах", 2010
17. **В.А. Панфилов**, "Исследование близких к свободным вращениям мономеров в молекулярных комплексах на основе микроволновой спектроскопии", 2010
18. **Д.В. Серебряков**, "Кварцевые камертоны в ближнепольной оптической микроскопии и лазерной фотоакустической спектроскопии", 2010
19. **А.А. Соколик**, "Коллективные электронные явления в графене", 2010
20. **Ю.Г. Гладуш**, "Теория волн, генерируемых при обтекании препятствий бозе-эйнштейновским конденсатом их оптические аналоги", 2009.
21. **И.Ю. Ерёмчев**, "Структурные релаксации и низкоэнергетические элементарные возбуждения в органических стеклах: исследование по спектрам одиночных примесных молекул", 2009.
22. **Д.С. Пыталев**, "Спектроскопия парных центров в кристаллах двойных фторидов, активированных ионами гольмия и тулия", 2008.
23. **Т.Н. Станиславчук**, "Спектроскопия редкоземельных ферроборатов $RFe_3(BO_3)_4$ ", 2008.

Членство в международных научных обществах

1. Е.А. Виноградов - член Европейской академии наук
2. В.М. Агранович - член Института физики (Великобритания)
3. В.М. Агранович - почётный доктор наук Университета Блез Паскаль (Франция)
4. Ю.Е. Лозовик - член Европейской академии наук
5. А.В. Наумов - член Американского физического общества
6. В.И. Балыкин - член Американского физического общества
7. А.А. Макаров - член Американского физического общества
8. В.Г. Миногин - член Американского физического общества
9. Е.А. Рябов - член Американского физического общества
10. Е.А. Рябов - член Американского химического общества



IOP Institute of Physics



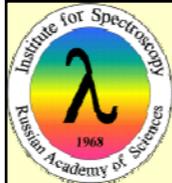
Сотрудничество с научными и образовательными организациями

1. Московский физико-технический институт
2. НИЯУ «МИФИ»
3. Московский институт электроники и математики
4. Национальный исследовательский университет «МГТУ им. Н.Э. Баумана»
5. Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
6. Московский государственный университет
7. Московский педагогический государственный университет
8. Казанский федеральный университет
9. Омский государственный университет
10. Мордовский государственный университет
11. СПбГУ ИТМО
12. Институт физики им. Л.В. Киренского РАН
13. Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского РАН
14. Институт общей физики РАН им. А.М. Прохорова
15. Институт молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН
16. Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена
17. Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР)
18. Институт общей и неорганической химии РАН
19. Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН
20. ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН
21. Центр волоконной оптики РАН
22. ВНИИ молочной промышленности
23. Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова
24. Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева
25. Институт физики полупроводников им. Ржанова РАН
26. Институт химической физики РАН
27. Институт физики твердого тела РАН
28. Институт фундаментальных проблем биологии РАН
29. Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
30. Институт электрохимии им. А.Н.Фрумкина РАН
31. НИИ комплексных испытаний электронных приборов
32. Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН
33. Московский институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова.
34. Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (ИПТМ РАН)
35. Институт химической кинетики и горения РАН
36. Институт химии растворов РАН
37. Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского
38. ФГУ «ТИСНУМ»
39. ГНЦ «Курчатовский институт»
40. Владимирский государственный университет
41. КИНТЕХ Лаб
42. Городской университет Нью-Йорка (США)
43. Университет Питтсбурга (США)
44. Белорусский государственный университет
45. Оксфордский университет
46. Университет Глазго
47. Университет Киля
48. Технический университет Каталонии
49. Институт передовых технологий Самсунг
50. Дженерал Электрик
51. Самсунг
52. Байройтский университет (Германия)
53. Кельнский университет
54. Институт физики им. Степанова НАНБ (Беларусь)
55. Высшая национальная школа химии Парижа
56. Университет Гронингена
57. Институт низких температур и структурных исследований ПАН
58. Автономный Университет Мадрида
59. Женевский Университет
60. Объединенный институт высоких температур РАН
61. Технологический институт Нью-Джерси
62. Брукхевенская национальная лаборатория
63. Мюнстерский университет прикладных наук
64. Университет Вероны
65. Белградский университет
66. Университет Турку
67. Свободный университет Брюсселя
68. Политехнический университет Анконы
69. Университет Ноттингема
70. Институт материаловедения (Севилья)
71. Институт перспективных исследований (Франкфурт)
72. Израильский технологический институт «ТЕХНИОН»
73. Институт материалов для электроники и магнетизма (Парма)
74. Университет Пенанга
75. Институт неорганической химии и поверхности (Падуя)
76. Институт науки и технологий (JAIST) (Ичикава)
77. Университет Tor Vergata (Рим)
78. Университет Техаса
79. Высшая нормальная школа (Пиза)
80. Университет Париж-11
81. Национальный тайваньский университет
82. Университет Ульма
83. Международный центр теоретической физики им. Абдуса Салама (Триест)
84. Университет Флориды
85. Университет Падуи
86. Университет Мюнстера
87. Институт фотонных наук (Барселона)
88. Норвежский университет науки и технологии
89. Национальный университет Чжао Тунг
90. Институт аналитических наук (Дортмунд, Германия)
91. Технологический университет Тампере

Награды за период 2008-2012 гг.

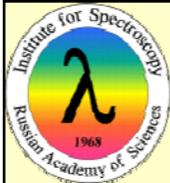
1. 2013, К.Н. Кошелев: «Человек года г.Троицка - 2012», номинация «Бизнес и инновации»
2. 2012, Ю.Е. Лозовик: «Человек года г.Троицка - 2011», номинация «Наука»
3. 2011, О.Н. Компанец: Почетная грамота «За успехи в области коммерциализации научных разработок» Научно-производственного журнала «Нанотехнологии Экология Производство».
4. 2011, Е.А. Виноградов: Почетный знак Московской областной думы «За трудовую доблесть».
5. 2011, К.Р. Каримуллин: Молодёжная премия имени Е.К. Завойского; Государственная молодежная премия Республики Татарстан.
6. 2010, П.Н. Мелентьев, А.Е. Афанасьев: Молодежная премия в области науки и техники «Надежда России» Российского Союза научных и инженерных общественных организаций (РосСНИО).
7. 2010, А.В. Наумов: Почетная грамота Губернатора Московской области «За плодотворную деятельность, высокий профессионализм и большой вклад в развитие приоритетных направлений в науке».
8. 2010, О.Н. Компанец: «Человек года г.Троицка - 2009», номинация «Город и общество».
9. 2010, Е.В. Горский: Благодарственное письмо Московской областной Думы «За плодотворную научную деятельность и профессионализм».
10. 2010, Ю.Е. Лозовик: Действительный член Европейской академии наук.
11. 2009, В.М. Агранович: Почетный член Американского Физического Общества.
12. 2009, П.Н. Мелентьев: Благодарственное письмо Московской областной Думы.
13. 2008, Н.Н. Новикова: Медаль «Наставник будущих учёных» фонда «Династия».
14. 2008, Е.А. Виноградов: Почетный знак Губернатора Московской области.
15. 2008, О.Н.Компанец: Медаль Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени





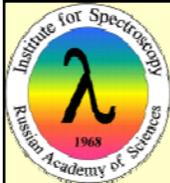
Конференционные награды и победители конкурсов научных работ в 2008-2012 гг.

- **2012, И.С. Осадько:** Благодарственный диплом за участие в симпозиуме «Инновационная Россия – 2012» с проектом «Электролюминесценция одиночных нанокристаллов CdSe в сканирующем туннельном микроскопе».
- **2012, А.В. Наумов:** Почетный диплом лектора XXXVI Вавиловских чтений, ФИАН им. П.Н.Лебедева, Москва, 28.03.2012.
- **2012, К.Н. Болдырев:** Первое место на Конкурсе работ молодых научных работников, аспирантов и инженеров памяти акад. А.П.Александрова в ГНЦ РФ «Троицкий институт термоядерных исследований и инноваций».
- **2012, О.В. Котов:** Второе место на Конкурсе работ молодых научных работников, аспирантов и инженеров памяти акад. А.П.Александрова в ГНЦ РФ «Троицкий институт термоядерных исследований и инноваций».
- **2012, Д.А. Ерофеев:** Диплом за лучший доклад на Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Материалы нано-, микро-, оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение» (Саранск, 2012 г.).
- **2011, А.А.Горшелев, И.Ю.Еремчев:** Первое место на Конкурсе работ молодых научных работников, аспирантов и инженеров памяти акад. А.П.Александрова в ГНЦ РФ «Троицкий институт термоядерных исследований и инноваций».
- **2011, А.А.Долгов, С.В.Орлов, А.А.Кутырев:** Почетная грамота победителя Программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.) Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере;
- **2011, А.Е.Афанасьев:** Диплом II Физического марафона «Шаг в науку».
- **2011, В.М.Гусев, О.Н.Компанец, М.А.Павлов, Д.П.Чулков:** Диплом победителя Конкурса «Научный прибор года – 2011» в номинации «За разработку и создание конкурентоспособного оборудования», полученный на 5-ой Международной специализированной выставке приборов и оборудования «SIMEXPO-Научное приборостроение-2011».
- **2010, С.В.Корнеев:** Диплом III Сессии научной школы-практикума молодых ученых и специалистов «Технологии высокопроизводительных вычислений и компьютерного моделирования» в рамках VII Всероссийской межвузовской конференции молодых ученых.
- **2010, А.А.Горшелев, И.Ю.Еремчев, Я.И.Соболев, К.Р.Каримуллин:** Дипломы 1-ой степени Молодежной школы по оптике и спектроскопии XXIV Съезда по спектроскопии, посвященного 100-летию со дня рождения С.Л.Мандельштама.
- **2010, Ю.Е. Лозовик:** Диплом Федерального Агентства по образованию Минобрнауки РФ за научное руководство студенческой работой, отмеченной медалью «За лучшую научную студенческую работу» по итогам Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ студентов вузов в области нанотехнологий и наноматериалов.
- **2010, М.Н. Попова:** Почетный диплом лектора XXXIV Вавиловских чтений, ФИАН им. П.Н.Лебедева, Москва, 24.03.2010.
- **2010, А.В.Наумов:** Первая премия в номинации «Нанодиагностика» III Международного конкурса научных работ молодых ученых в области нанотехнологий (YRC-2010), проводимого в рамках Международного Форума по нанотехнологиям (Rusnanotech-2010).



Конференционные награды и победители молодежных конкурсов научных работ в 2008-2012 гг.

- **2010, К.Н. Болдырев:** Диплом 2-ой степени Молодежной школы по оптике и спектроскопии XXIV Съезда по спектроскопии, посвященного 100-летию со дня рождения С.Л.Мандельштама.
- **2010, Д.С. Пыталев:** Диплом 3-й степени Молодежной школы по оптике и спектроскопии XXIV Съезда по спектроскопии, посвященного 100-летию со дня рождения С.Л.Мандельштама.
- **2010, А.В. Наумов:** Диплом за лучшую лекцию на 12-й Международной школе– семинаре по люминесценции и лазерной физике (п. Хужир, Ольхон-Байкал).
- **2010, Я.И. Соболев:** Диплом за лучший доклад на 14-й Международной молодежной научной школе «Когерентная оптика и оптическая спектроскопия» (Казань, 2010).
- **2010, Т.Н. Станиславчук:** Диплом за лучший доклад на Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Материалы нано-, микро-, оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение», секция «Новые функциональные материалы» (Саранск, 5-6 октября 2010 г.).
- **2010, К.Н. Болдырев:** Диплом за лучший доклад на Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Материалы нано-, микро-, оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение», секция «Лазерные материалы и лазерные технологии» (Саранск, 5-6 октября 2010 г.).
- **2009, М.В. Богданова:** (выпускница аспирантуры ИСАН, рук. – к.ф.-м.н Ю.Е.Лозовик) Премия ИНТЕЛ и конкурса «Нанофорум-2009».
- **2009, А.В. Дейнега:** (выпускник кафедры квантовой оптики МФТИ, рук. диплома – к.ф.-м.н. Ю.Е.Лозовик) Премия ИНТЕЛ и конкурса «Нанофорум2009».
- **2009, Я.И.Соболев:** Диплом за лучший доклад на Международном симпозиуме ФЭКС-2009 (Казань).
- **2009, А.В.Потапов:** Первая премия на Конкурсе работ молодых научных работников, аспирантов и инженеров памяти акад. А.П.Александрова в ГНЦ РФ ТРИНИТИ.
- **2009, К.Н. Болдырев:** Диплом Конкурса работ молодых научных работников, аспирантов и инженеров памяти А.П.Александрова в ГНЦ РФ ТРИНИТИ.
- **2009, Т.Н. Станиславчук:** Диплом за лучший устный доклад на XIX Международной Школе-Семинаре «Спектроскопия молекул и кристаллов», посвященной 175-летию Киевского Университета им. Т.Шевченко (сентябрь, Крым, Украина).
- **2008, А.В.Потапов:** I-я премия в открытом конкурсе научных работ молодых учёных памяти академика А.П.Александрова ТРИНИТИ.
- **2008, А.В. Наумов:** Диплом Министра образования и науки РФ на 1-м Всероссийском инновационном конвенте;
- **2008, Т.Н.Станиславчук, К.Н.Болдырев, Ю.Г. Гладуш:** Вторые премии в открытом конкурсе научных работ молодых учёных памяти академика А.П. Александрова в ГНЦ РФ ТРИНИТИ.



Именные стипендии и гранты в 2008-2012 гг.

- **2012, Е.А. Виноградов:** Грант Президента РФ для поддержки ведущих научных школ России. ВНШ «Спектроскопия атомов, молекул и конденсированных сред».
- **2012, А.В. Наумов:** Грант Президента РФ для молодых ученых - докторов наук. Проект «Селективная лазерная 3D-спектроскопия одиночных молекул и наноструктур».
- **2012, А.Е. Афанасьев:** Стипендия Президента РФ молодым ученым и аспирантам. Проект «Построение атомного кубита с высоким временем когерентности для реализации квантовых вычислений».
- **2012, И.Ю. Еремчев:** Грант Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук. Проект «Безызлучательный перенос энергии в донор-акцепторных парах и его проявление в статистике фотонов мерцающей флуоресценции одиночных молекул».
- **2012, Д.С. Пыталев:** Стипендия Президента РФ молодым ученым и аспирантам. «Оптическая спектроскопия твердотельных материалов с редкими землями для ядерных технологий».
- **2011, А.А. Соколик:** Грант Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук. Проект «Коллективные электронные явления в графене и других низкоразмерных наноструктурах».
- **2010, Д.С. Пыталев:** Грант Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук. Проект «Оптическая спектроскопия функциональных материалов с редкоземельными элементами.».
- **2009, П.Н. Мелентьев:** Грант Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук. Проект «Нанолитография методами атомной оптики».
- **2009, А.В. Наумов:** Грант Президента РФ для молодых ученых - докторов наук. Проект «Нанодиагностика структуры и динамики сложных молекулярных систем по спектрам одиночных молекул».
- **2008, А.В. Потапов:** Конкурсная программа фонда DAAD (post-doctoral fellowship).
- **2008, П.Н. Мелентьев:** Грант Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук. Проект «Атомная параллельная нанофабрикация на поверхности с использованием лазерных нанополей».
- **2008, А.В. Наумов:** Грант Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук. Проект «Одиночная молекула как эффективный спектральный нанозонд для исследования динамики неупорядоченных твердотельных сред».
- **2008, Ю.Г. Гладуш:** Конкурсная программа поддержки аспирантов и молодых ученых без степени фонда "Династия".
- **2008, А.А. Соколик:** Конкурсная программа поддержки аспирантов и молодых ученых без степени фонда "Династия".
- **2008, П.Н. Мелентьев:** Конкурсная программа Фонда Содействия Отечественной Науке, номинация «Кандидаты наук РАН».
- **2008, А.В. Потапов:** Конкурсная программа Фонда Содействия Отечественной Науке, номинация «Кандидаты наук РАН».
- **2008, А.А. Соколик:** Конкурсная программа Фонда Содействия Отечественной Науке, номинация «Лучшие аспиранты РАН».

За стенами научных лабораторий



Теннисный корт ИСАН



Тренажерный зал института



Празднование успешной защиты кандидатской диссертации Горшелевым А.А.

ФУТБОЛ!!!



Контактная информация

Адрес института:

Институт спектроскопии РАН
Ул. Физическая д.5
Москва, Троицк
142190 Россия

Телефоны:

Дирекция: 8 (495) 851-0579
Ученый секретарь: 8 (495) 851-0221
Отдел кадров: 8 (495) 851-0882
Факс: 8 (495) 851-0886

Как добраться:

Станция метро «Теплый стан» (выход к Новоясеневскому проспекту), автобус №398 до остановки «Сиреневый бульвар» (**предпочтительно**); или автобусы 531, 508, 512, 515 до остановки "Физическая - 41 км". **GPS: 55.464596°; 37.297538°**

Схема выходов в город на станции метро «Теплый стан»

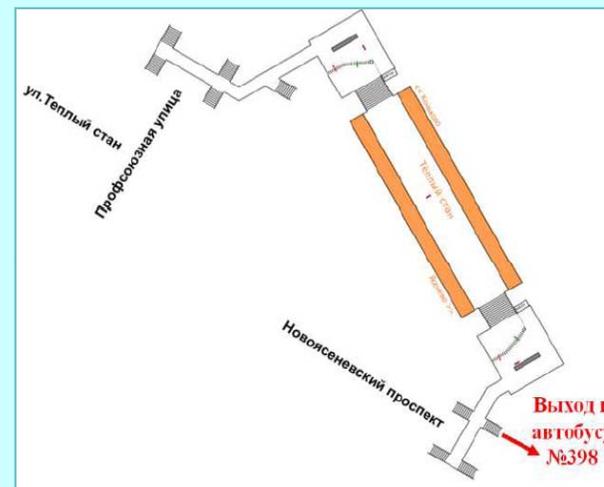


Схема проезда в Троицке. Проходная ИСАН.



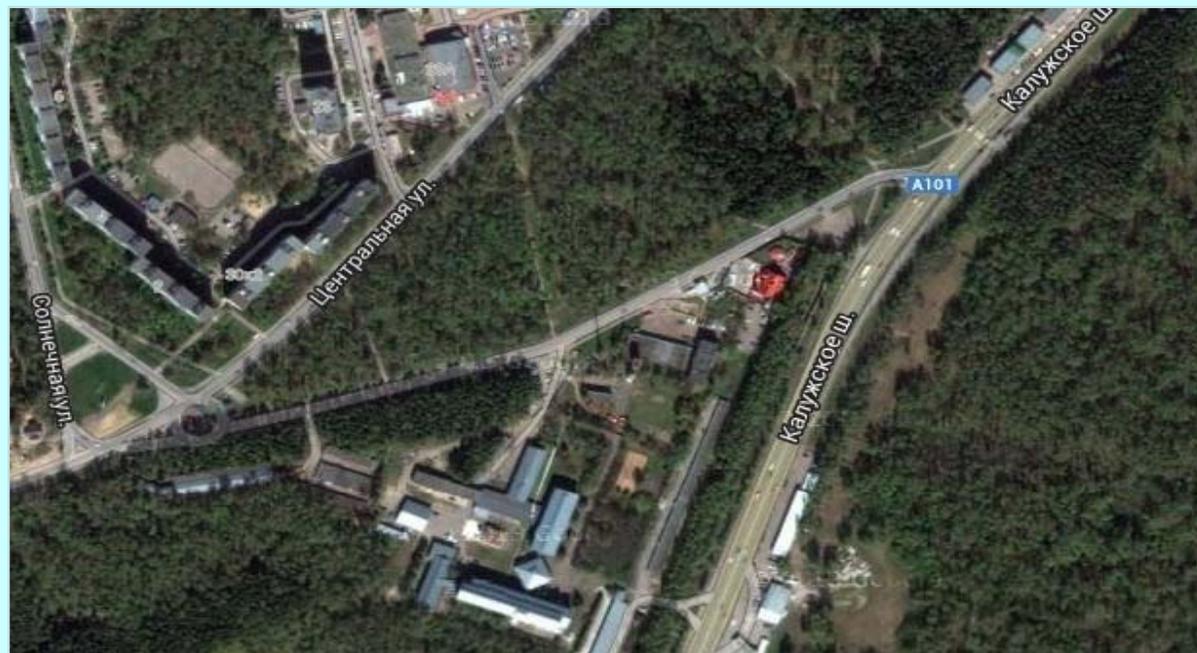
От остановок «Сиреневый бульвар» или «Физическая 41 км» пешком до проходной ИСАН.

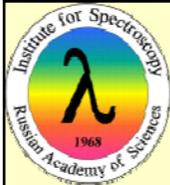
Карта города в районе станции метро «Теплый стан»:

Выход в город из первого вагона поезда, идущего из центра.

Далее по подземному переходу до первого выхода на Новоясеневский проспект (совмещен со входом в торговый центр «Плаза»). Большие автобусы «SCANIA» (см. фото).







ОГЛАВЛЕНИЕ

• Научноград Троицк.....	3
• История ИСАН.....	4
• Общая информация, основные направления научной деятельности.....	5
• Дирекция ИСАН.....	6
• Структура института.....	7
• Отдел атомной спектроскопии.....	8
• Отдел молекулярной спектроскопии.....	14
• Отдел лазерной спектроскопии.....	26
• Отдел спектроскопии твердого тела.....	36
• Теоретический отдел.....	51
• Отдел лазерно-спектрального приборостроения.....	60
• Лаборатория спектроскопии наноструктур.....	65
• Лаборатория экспериментальных методов спектроскопии.....	76
• Научно-образовательная деятельность.....	78
• Научно-организационный отдел, общие службы института.....	79
• Организация конференций и симпозиумов.....	80
• Монографии, книги, докторские диссертации за 2008-2012гг.....	81
• Кандидатские диссертации за 2008-2012 гг.....	82
• Членство в международных научных обществах.....	83
• Сотрудничество с научными и научно-образовательными организациями.....	84
• Награды за период 2008-2012 гг.....	85
• Конференционные награды и победители конкурсов научных работ.....	86
• Именные стипендии и гранты.....	88
• Контактная информация.....	90

УДК 001
ББК 72.3
И 71

Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН). 45 лет. – Москва, Троицк: Изд-во «Тривант», 2013, 92 с. (с иллюстрациями и обложкой). Тираж – 200 экз.

ISBN: 978-5-89513-325-5

Издание посвящено 45-летию юбилею Института спектроскопии – одному из ведущих научно-исследовательских учреждений Российской Федерации, расположенному в городском округе Троицк города Москвы, одному из первых институтов, образованных в составе Троицкого научного центра Российской академии наук.

В сборнике приведена краткая справка об институте, истории создания, структуре и основных направлениях научной работы; обсуждаются некоторые проекты, результаты работы и достижения за 2008-2012 гг. В издании также освещается научно-организационная деятельность сотрудников института, сотрудничество с отечественными и международными научно-образовательными учреждениями, работа в области подготовки научных кадров высшей квалификации.

Печатается по решению Ученого совета Института спектроскопии РАН

Под редакцией: чл.-корр. РАН Виноградова Е.А., д.ф.-м.н. Компанца О.Н., д.ф.-м.н. Наумова А.В., к.ф.-м.н. Перминова Е.Б.

Авторы и составители: коллектив Института спектроскопии РАН

Дизайн: Наумов А.В.

Верстка: Каримуллин К.Р., Наумов А.В.

