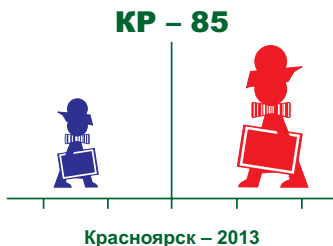


Научный совет РАН по физике конденсированных сред
Научный совет РАН по спектроскопии атомов и молекул
Объединенный ученый совет по физическим наукам СО РАН
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН



Всероссийская конференция
«Комбинационное рассеяние – 85 лет исследований»
и
4-й Сибирский семинар
«Спектроскопия комбинационного рассеяния света»

Тезисы докладов



**СИБИРСКИЙ
ВЕНЧУРНЫЙ
ФОНД**



Научное
оборудование

г. Красноярск, 26–29 августа 2013 г.

Программный комитет:

Сопредседатели:

академик РАН, Шабанов В. Ф. (ИФ СО РАН)
доктор физ.-мат. наук Горелик В. С. (ФИ РАН)

Члены программного комитета:

Аникин К. В. (Найтек Инструментс – Horiba Scientific)
Архипкин В. Г. (ИФ СО РАН)
Букалов С. С. (ИНЭОС РАН)
Бункин Н. Ф. (ИОФ РАН)
Витухновский А. Г. (ФИ РАН)
Втюрин А. Н. (ИФ СО РАН)
Зверев П. Г. (ИОФ РАН)
Зиненко В. И. (ИФ СО РАН)
Колесов Б. А. (ИНХ СО РАН)
Крайский А. В. (ФИ РАН)
Кудрявцева А. Д. (ФИ РАН)
Лейтес Л. А. (ИНЭОС РАН)
Лушников С. Г. (ФТИ РАН)
Маврин Б. Н. (ИС РАН)
Малиновский В. К. (ИАиЭ СО РАН)
Непомнящих А. И. (ИГХ СО РАН)
Образцова Е. Д. (ИОФ РАН)
Прохоров К. А. (ИОФ РАН)
Сидоров Н. В. (ИХТРЭиМН КНЦ РАН)
Смирнов М. Б. (СПГУ)
Суровцев Н. В. (ИАиЭ СО РАН)
Юзюк Ю. И. (ЮФУ)

Оргкомитет:

Втюрин А. Н.
Крылов А. С.
Крылова С. Н.
Герасимова Ю. В.
Орешонков А. С.
Колесникова Е. М.
Ершов А. С.
Руденко Л. М.

Комбинационное рассеяние в молекулах, газах, жидкостях и растворах

I-1

Низкочастотные спектры комбинационного рассеяния в слабых водных растворах перекиси водорода и в воде. Проявления спектральной и пространственной неоднородности

Крайский Александр Владиславович, Мельник Николай Николаевич
Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Россия
E-mail: kraiski@sci.lebedev.ru

Приводятся примеры исследования межмолекулярных взаимодействий в воде и слабых водных растворах с помощью низкочастотных спектров комбинационного рассеяния света. Излагается усовершенствованная методика определения параметров низкочастотных спектров динамической восприимчивости (ДВ) воды и слабых водных растворов из спектров комбинационного рассеяния. Девять спектральных параметров двух осцилляторов, релаксационного движения и люминесцентного фона полностью описывают спектр ДВ в диапазоне частот 4–320 см⁻¹. Для слабых растворов перекиси водорода в воде показаны концентрационные зависимости этих параметров, которые свидетельствуют об изменении структуры связей в воде вблизи молекулы перекиси на расстоянии до 0.7–0.9 нм. Частоты и ширины каждого лоренциана изменяются коррелированно, что было объяснено на основе модели свободных колебаний затухающего классического осциллятора. В рамках этой модели обнаружено, что линии неоднородно уширены и определены значения однородных ширин и резонансных частот, совпавших с известными по литературе значениями частот ИК поглощения.

I-2

Кластерная структура нанопузырей растворенного газа в водных растворах солей; эксперименты по микроскопии и светорассеянию

Бункин Николай Федорович¹, Шкирин А. В.², Козлов В. А.³

*¹Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН,
119991 Москва, ул. Вавилова, 38*

¹E-mail: nbunkin@kapella.gpi.ru

²E-mail: AVShkirin@mephi.ru

³E-mail: vk@amphoralabs.ru

В данной работе в экспериментах по светорассеянию показано, что в водных растворах электролитов, свободных от твердотельных частиц, спонтанно возникают кластеры из стабильных нанопузырей растворенного газа – бабстонов. В экспериментах по фазовой микроскопии было доказано, что в водных растворах спонтанно возникают частицы, коэффициент преломления

которых позволяет предположить, что они могут быть кластерами из газовых нанопузырей. Результаты экспериментов по динамическому светорассеянию и поляризационной скаттерометрии подтвердили гипотезу о существовании бабстонных кластеров в водных растворах солей. Были найдены численные характеристики таких кластеров в функции концентрации ионов.

1-3

Особенности спектров комбинационного рассеяния света в одно- и двумерных структурах на основе графена

Образцова Елена Дмитриевна¹, Бокова-Сирош Софья Николаевна²,
Чернов Александр Игоревич³, Федотов Павел Владимирович⁴,
Образцова Екатерина Александровна⁵

¹Институт общей физики им. А.М. Прохорова, РАН, Москва 119991, Россия

¹E-mail: elobr@mail.ru

²E-mail: cauchemar@yandex.ru

³E-mail: al-chernov@mail.ru

⁴E-mail: al-fedotpavel@mail.ru

⁵E-mail: al-e.a.obraztsova@gmail.com

Комбинационное рассеяние (КР) света является информативным методом анализа наноструктур на основе графена. Среди них однослойный и многослойный графен (двумерные структуры), одностенные углеродные нанотрубки и нанополосы графена (одномерные структуры). Анализ положения, интенсивности и формы различных полос в спектре позволяет получить информацию о геометрических параметрах наноструктуры, числе слоев в ней, типе проводимости и других важных параметрах. Особенно интересным является анализ полосы двухфононного рассеяния с частотным положением вблизи 2700 см^{-1} .

1-4

Комбинационное рассеяние света в лёгкой и тяжёлой воде

Войнов Юрий Петрович, Горелик Владимир Семенович,

Злобина Людмила Ивановна, Свербиль Павел Петрович

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, 119991, Россия

E-mail: gorelik@sci.lebedev.ru

Сообщается о результатах исследования спектров вторичного излучения воды, водных растворов некоторых органических соединений и взвесей микроорганизмов при ультрафиолетовом лазерном возбуждении с длинами волн 255,3; 271,2 и 289,1 нм. Регистрировались спектры вторичного излучения, возникающего в кювете, представлявшего собой фотоломинесценцию ароматических и других хромофоров, а также комбинационное рассеяние, происходящее за счет неупругих процессов в молекулах воды и в других молекулах, присутствующих в воде в виде посторонних компонентов. Проведено сравнение спектров комбинационного рассеяния света в H_2O , тяжелой воде D_2O и смесях тяжелой и легкой воды. В смесях тяжелой и легкой воды в

спектрах КР проявлялись интенсивные полосы, обусловленные валентными колебаниями $\nu_1(A_1)$; в области межмолекулярных мод проявились либрационные моды, интенсивность которых в смесях уменьшалась. Присутствие межмолекулярных мод либрационного и трансляционного типа в спектрах КР чистой воды свидетельствует об образовании квазикристаллической сетки молекулярных кластеров, т. е. характеризует степень структурированности воды. Структурированность воды является важным фактором, связанным с эффективностью усвоения воды клетками живых организмов. Таким образом, интенсивность низкочастотных полос КР, обусловленных межмолекулярными кластерными колебаниями, может служить дополнительным критерием качества воды.

1-5

Комбинационное рассеяние света при исследовании водных растворов глицина

Брагин Сергей Сергеевич^{1,2}

¹*Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия*

E-mail: sergeybragin@rocketmail.com

²*Новосибирский государственный университет,
Новосибирск, 630090, Россия*

В настоящее время метод комбинационного рассеяния света (КРС) активно используется для исследований различных биологических объектов, а также для решения связанных с ними химических задач. Одной из таких задач является описание взаимодействия молекул растворенного вещества с молекулами воды.

В нашей работе изучались водные растворы глицина (простейшей аминокислоты). Исследовались спектры КРС для различных концентраций глицина в водном растворе. Были измерены спектры КРС в спектральном диапазоне, где проявляются ОН и СН колебания. Был проведен анализ экспериментальных спектров КРС с целью выделить вклад от глицина и той части спектра молекул воды, которая отличается от спектра объемной воды (так называемый *solute correlated* спектр). Полученные данные использованы для оценки числа молекул воды в гидратной оболочке молекулы глицина и определения зависимости этого числа от концентрации глицина.

**Проявление сопряжения и ароматичности
в спектрах КР молекулярных систем с участием атома металла**

Айсин Ринат Равильевич, Лейтес Лариса Александровна,
Букалов Сергей Сергеевич

*Научно-технический центр по спектроскопии КР РАН,
Институт элементоорганических соединений РАН им. А.Н.Несмеянова,
ул. Вавилова 28, Москва 11999
buklei@ineos.ac.ru*

Как показано в классических работах М.В. Волькенштейна и П.П. Шорыгина, сопряжение приводит к многократному увеличению интенсивности линий КР, относящихся к колебаниям сопрягающихся связей. Нами исследованы спектры КР гетероциклических ароматических молекул, в сопряженную систему которых, образованную шестью π -электронами, включен один атом металла: (I) и (II). Проведены квантово-химические расчёты частот и форм нормальных колебаний этих молекул, их ИК и КР интенсивностей.

Проведено сравнение интенсивностей линий КР, характеризующих ароматическую систему в зависимости от природы металла и типа соединения.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российской академии наук (программа ОХНМ).

**Анализ спектров вторичного излучения
для распознавания молекулярных объектов**

Войнов Юрий Петрович, Горелик Владимир Семенович, Морозова С.В.,
Умаров Максуджон Файзулович

Разработан метод диагностики молекулярной структуры и состава ароматических биоактивных препаратов на примере фармацевтических объектов: анальгина, цитрамона, аспирина и парацетамола. Метод основан на волоконно-оптической регистрации спектров флуоресценции при лазерном ультрафиолетовом (266 нм) возбуждении с высоким (0,1 мм) пространственным разрешением. Установлено, что при наличии нескольких компонентов в фармацевтическом препарате наблюдается его неоднородность на расстоянии в несколько миллиметров. Построены корреляционные спектры флуоресценции, позволяющие устанавливать различия в составе, структуре и производителе препарата даже при близости вида их спектров флуоресценции. Разработанный метод может быть использован для контроля качества большого класса биоактивных структур, люминесцирующих под действием ультрафиолетового излучения.

Спектры комбинационного рассеяния и ионная динамика в системе соль лития – диметилсульфон

Гафуров Малик Магомедович¹, Кириллов Святослав Александрович²,
Рабданов Камиль Шахриевич¹, Атаев Мансур Бадавиевич¹,
Какагасанов Мурад Гаджикурбанович¹

¹ Аналитический центр коллективного пользования ДНЦ РАН
и Институт физики им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,
ул. М. Ярагского, 94, Махачкала, 367003, РОССИЯ
E-mail: rksh83@mail.ru

² Межведомственное отделение электрохимической энергетики НАН
Украины, бульв. акад. Вернадского, 38А, 03142 Киев, Украина

Познание специфики процессов, происходящих в растворах электролитов, привлекает большое внимание экспериментаторов, и колебательная спектроскопия – один из наиболее мощных инструментов для решения этой важной проблемы, связанной с выяснением структуры объектов, присутствующих в растворах. Растворы солей лития в диметилсульфоне $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$ перспективны как электролиты для среднетемпературных литий-ионных химических источников тока благодаря устойчивости этого растворителя по отношению к электродным материалам и способности обеспечивать высокие скорости электродных процессов. В настоящей работе представлены результаты исследований спектров комбинационного рассеяния смесей диметилсульфона с типичными ионогенными добавками: нитратом, перхлоратом и бис-трифторметансульфонилимидом лития. Оказалось, что в системах $\text{LiNO}_3\text{--}(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$ и $\text{LiClO}_4\text{--}(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$ при больших концентрациях соли присутствуют ионные пары, а в системе $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{--}(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$ – агрегаты $\text{Li}^+[\text{N}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2]_2^{2-}$. В растворах LiClO_4 и $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ в диметилсульфоне катионы окружены молекулами растворителя, тогда как в растворах $\text{LiNO}_3\text{--}(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$ какие-либо признаки сольватации катионов лития отсутствуют.

**Исследование ассоциации и сольватации
в системе тетрафторборат лития – диметилсульфоксид**

Гафуров Малик Магомедович¹, Кириллов Святослав Александрович²,
Рабаданов Камиль Шахриевич¹, Атаев Мансур Бадавиевич¹

¹ Аналитический центр коллективного пользования ДНЦ РАН и Институт
физики им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,
ул. М. Ярагского, 94, Махачкала, 367003, РОССИЯ
E-mail: rksh83@mail.ru

² Межведомственное отделение электрохимической энергетики НАН
Украины, бульв. акад. Вернадского, 38А, 03142 Киев, Украина

Колебательная спектроскопия широко применяется для изучения межмолекулярных взаимодействий в растворах. Тот факт, что этот метод может выделить группы одного и того же типа в различных условиях позволяет использовать ее для оценки явлений, происходящих в растворах. в настоящей работе излагаются данные о равновесиях между частицами в системе $\text{LiBF}_4\text{-(CH}_3)_2\text{SO}$, полученные методом спектроскопии КР в широком интервале концентраций, вплоть до 0,25 мол. долей соли, что соответствует гомогенной смеси кристаллосольвата $\text{LiBF}_4 \cdot 4(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ с LiBF_4 . Найдены концентрации мономерных, димерных и входящих в сольватную сферу катиона лития молекул диметилсульфоксида; свободных и входящих в сольватную сферу фтороборат-иона молекул растворителя; свободных анионов, ионных пар, разделенных растворителем, и контактных ионных пар. Сделан вывод, что связь ионов лития с растворителем прочнее связи в димерах, т. е. превышает энтальпию самоассоциации ДМСО, равную $11,7 \pm 0,9$ кДж/мол.

Комбинационное рассеяние в кристаллах

2-1

Изочастотная комбинационная опалесценция на мягких модах вблизи точки фазового перехода

Горелик Владимир Семенович

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, 119991, Россия

E-mail: gorelik@sci.lebedev.ru

Общая теория фазовых переходов второго рода предсказывает аномальное уменьшение частоты мягкой моды, ответственной за понижение симметрии кристалла. В связи с этим исследование закономерностей в спектрах комбинационного рассеяния света вблизи точек структурных фазовых переходов в кристаллах проводилось во многих экспериментальных работах: при изучении сегнетоэлектриков, сегнетоэластиков, несоизмеримых структурных фаз и ферроиков высших порядков. Как выяснилось из экспериментов, лишь в редких случаях мягкая мода проявляется в низкочастотном спектре комбинационного рассеяния в виде резонансного комбинационного спутника, характеризующегося определённой частотой и полушириной. Как правило, уже вдали от точки перехода в спектрах комбинационного рассеяния обнаруживается лишь релаксационный центральный пик, соответствующий сильно затухающей мягкой моде. В связи с этим непосредственное сравнение теории с экспериментом оказывается затруднительным. Ранее в наших работах была предложена новая методика исследования закономерностей «размягчения» кристаллических структур, основанная на анализе температурной зависимости интенсивности сигнала комбинационного рассеяния для фиксированных значений частот спектрометра в низкочастотной области при плавном изменении температуры образца вблизи точки фазового перехода. При этом в наблюдаемой изочастотной температурной зависимости обнаруживается отчётливый максимум, интенсивность которого аномально возрастает при приближении к точке перехода. Такой эффект был классифицирован как изочастотная комбинационная опалесценция. В докладе сообщается о свойствах изочастотной комбинационной опалесценции в различных кристаллических структурах и проводится сопоставление экспериментов с теорией.

КР-спектральное исследование температурной неустойчивости водородных связей в молекулярных кристаллах

Колесов Борис Алексеевич

Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН

Новосибирск, 630090, Россия

E-mail: kolesov@niic.nsc.ru

В работе проводится исследование состояния водородных связей в молекулярных кристаллах соединений, относящихся к аминокислотам и/или лекарственным препаратам, в интервале температур 5-300 К. Излагаются причины температурной неустойчивости водородных связей и методические особенности применения спектроскопии КР для их регистрации. Приводятся примеры нормальных и аномальных зависимостей от температуры частот, полуширин и интегральных интенсивностей внутри- и межмолекулярных колебаний. Подробно анализируются причины сильных температурных особенностей в спектрах кристаллов аланина, парацетамола и в ряду соединений, содержащих ацетамидную группу (ацетонилд, ацетотолуидин, метациетин, фенацетин, парацетамол). Обсуждается возможность регистрации в спектрах явления самолокализации колебаний (self-trapping).

Электронное комбинационное рассеяние света в легированных бором алмазах

Денисов Виктор Николаевич^{1,2}, Маврин Борис Николаевич¹
и Бланк Владимир Давыдович²

¹*Институт спектроскопии РАН, Москва Троицк, 142190, Россия*

E-mail: denisovvn@ntcstm.troitsk.ru, mavrin@isan.troitsk.ru

²*Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов, Москва Троицк, 142190, Россия*

Исследована зонная структура возбужденных электронных акцепторных состояний ns примесного атома бора в монокристаллах алмаза по спектрам КРС. Впервые обнаружено спин-орбитальное расщепление возбужденных акцепторных состояний бора, увеличивающееся линейно от ~ 2 мэВ в основном состоянии $1s$ до ~ 10 мэВ в возбужденном состоянии $5s$, а также наблюдалась серия Лаймана переходов $1s \rightarrow ns$ группами по четыре линии в каждой группе, расстояние между которыми составляло ~ 13 мэВ. Исследована эволюция спектра КРС легированного алмаза в области концентраций бора от $\sim 5 \cdot 10^{16}$ до $\sim 10^{20}$ см^{-3} , т. е. в области перехода металл-диэлектрик (перехода Мотта). Из анализа спектров уточнены параметры Лютингера для алмаза р-типа.

Комбинационное рассеяние света в монокристаллах LiKB_4O_7

Моисеенко Василий Николаевич¹, Горелик Владимир Семенович²,
Дергачёв Михаил Петрович¹, Довбешко Галина Ивановна³,
Адамив Владимир Теодорович⁴

¹*Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара,
Днепропетровск, 49010, Украина*

E-mail: vnmois@yandex.ru, dergachov-mp@yandex.ru

²*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, 119991, Россия*

E-mail: gorelik@sci.lebedev.ru

³*Институт физики НАН Украины, Киев, 03680, Украина*

E-mail: gd@iop.kiev.ua

⁴*Институт физической оптики, Львов, 79005, Украина*

E-mail: adamiv@ifp.lviv.ua

Работа посвящена исследованию спектров комбинационного рассеяния света (КР) новых нелинейно-оптических кристаллов LiKB_4O_7 . Измерения спектров проводились с использованием лазерного спектрометра на базе двойного монохроматора ДФС-12 с регистрацией в режиме счета фотонов и микро-Рамановского спектрометра Renishaw (inVia model). На основании результатов сравнительного анализа измеренных спектров со спектрами монокристаллов $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiB_3O_5 , BaB_2O_4 выполнено отнесение колебаний в спектрах КР LiKB_4O_7 . Произведена оценка сечения КР для ряда наиболее интенсивных линий, соответствующих полносимметричным колебаниям решетки. В измеренных спектрах кристаллов LiKB_4O_7 выявлена широкая полоса вторичного излучения («фона»), простирающаяся от возбуждающей линии до смещенной частоты $\sim 5000 \text{ см}^{-1}$, которая интерпретирована как спонтанное параметрическое рассеяние света.

Изучение параметра порядка кристаллов Hg_2Cl_2 методом комбинационного рассеяния света

Марков Юрий Федорович, Рогинский Евгений Михайлович и
Юрков Александр Сергеевич

¹*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН,*

Санкт-Петербург, 194021, Россия

E-mail: e.roginskii@mail.ioffe.ru

Фазовый переход в кристаллах хлорида одновалентной ртути, обнаруженный ранее и сопровождаемый конденсацией мягкой моды в X-точке границы зоны Бриллюэна проявляется не только в комбинационном рассеянии света на мягкой моде, но также и в рассеянии на других, «жестких» модах. В частности, ряд спектральных линий (в том числе мягкая мода), запрещенные в высокотемпературной парафазе, «возгорают» в низкотемпературной фазе.

Ранее сравнение этих эффектов с теорией не осуществлялось, и такое сравнение является оригинальной частью работы, в которой впервые из теоретического и экспериментального изучения возгорающих в спектрах комбинационного рассеяния нечетных (акустических и ИК - активных) фононов из X-точек границы зоны Бриллюэна парафазы кристаллов Hg_2Cl_2 , индуцированных фазовым переходом, удвоением элементарной ячейки и $X \rightarrow \Gamma$ «перебросом» в зоне Бриллюэна, получена информация о температурном поведении параметра порядка фазового перехода. Определены соответствующие критические индексы, значения которых согласуется с рентгеноструктурными измерениями, и в рамках феноменологической теории фазовых переходов Ландау указывают на близость фазового перехода в этих кристаллах к трикритической точке.

Работа поддержана программами РФФИ (грант 13-08-00930), президиума РАН П-20 и ОФН РАН.

2-6

Сверхгидратация микропористых алюмосиликатных структур при высоких давлениях водной среды

Горайнов Сергей Владимирович¹, Крылов Александр Сергеевич²,
Лихачева Анна Юрьевна³, Втюрин Александр Николаевич⁴

¹*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия*

E-mail: svg@igm.nsc.ru

²*Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*

³*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия*

E-mail: alih@igm.nsc.ru

⁴*Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*

E-mail: vtyurin@iph.krasn.ru

Исследование методом КР и рентгеновской дифракции ряда микропористых каркасных структур (натролита, сколецита, томсонита, NaA и кордиерита) показало, что под действием внешней среды (воды) при высоких давлениях (до 6 ГПа) образуется сверхгидратированное состояние с повышенным содержанием воды в каналах каркаса, превышающем таковое в исходном кристалле при 1 атм. Это состояние характеризуется аномальным усилением диффузионной подвижности молекул H_2O и катионов в каналах: обычная прыжковая диффузия сильно подавляется с ростом давления по аррениусовской зависимости. Наблюдалось скачкообразное изменение частот многих КР полос при переходе кристалла из исходной фазы в сверхгидратированную фазу высокого давления, содержащую повышенное число молекул H_2O в ячейке. В случае цеолита NaA происходит непрерывный рост заселенности позиций молекул в каналах с ростом давления среды (жидкой воды и льдов VI, VII). Данное исследование позволило найти закономерности сверхгидратации микропористых структур, которые проявляются в спектрах КР при высоких давлениях.

Luminescence spectra of Ho^{3+} in a monoclinic elpasolite

Aleksandrovsky Aleksandr Sergeevich^{1,2}, Krylov Aleksandr Sergeevich¹,
Malakhovskii Aleksandr Valentinovich¹, Voronov Vladimir Nikolaevich¹ and
Molokeev Maxim Sergeevich¹

¹*L.V.Kirensky Institute of Physics, Krasnoyarsk, Russia*

E-mail: aleksandrovsky@kirensky.ru

²*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia*

Low temperature luminescence spectrum of holmium ions in monoclinic Rb_2KHoF_6 crystal was found to be well analyzable by the comparison with earlier studied cubic $\text{Cs}_2\text{NaHoF}_6$. Monoclinic crystal shows distinct increase of zero phonon lines that is typical for non-centrosymmetric environment of parity forbidden ions. XRD shows, however, no evidence of existence of such kind of environment for holmium ion. In the absence of structural data, the local symmetry of holmium in Rb_2KHoF_6 is proved to be a non-centrosymmetric one. Hencefore, observed luminescence at ZPL transition must be ascribed to certain amount of holmium ions that are positioned at the boundaries of domains that are typical for monoclinic rare earth elpasolites but cannot be detected by XRD.

КР спектроскопия электрон-фононного взаимодействия в металлах

Поносов Юрий Сергеевич¹, Стрельцов Сергей Владимирович^{1,2}

¹*Институт физики металлов УрО РАН, 620990, Екатеринбург, Россия*

E-mail: ponosov@imp.uran.ru

²*Уральский федеральный университет, 620002, Екатеринбург, Россия*

E-mail: streltsov@imp.uran.ru

Неупругое рассеяние света электронами способно давать информацию о топологии поверхности Ферми, скоростях и механизмах рассеяния электронов, что позволяет идентифицировать основные каналы взаимодействия, а вариация исследуемого волнового вектора q в эксперименте дает возможность изучать q -зависимые эффекты. В настоящей работе мы представляем результаты исследований Т- и q -зависимого электронного рассеяния света в целом ряде элементных металлов. Сравнение со спектрами, моделированными на основе рассчитанной методом ЛМТО электронной зонной структуры с включением эффектов электрон-фононного рассеяния, подтверждает связь наблюдаемого рассеяния с внутризонными электронными возбуждениями, перенормированными взаимодействием с фононами, что позволяет оценить величины констант электрон-фононной связи и частот релаксации электронов.

Комбинационное рассеяние и фазовые переходы во фторидах со структурой эльпасолита

Вторин Александр Николаевич, Крылов Александр Сергеевич,
Крылова Светлана Николаевна, Орешонков Александр Сергеевич
и Воронов Владимир Николаевич

Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск, 660036, Россия
E-mail: vtyurin@iph.krasn.ru

Исследованы спектры КР кристаллов эльпасолитов Rb_2KInF_6 , Rb_2KScF_6 и Rb_2NaYF_6 в широких областях температур и давлений, включающих точки структурных фазовых переходов. С целью интерпретации спектров на основании спектральных данных при нормальных условиях построена эмпирическая модель динамики решетки. Показано, что переходы из кубической в низкосимметричные фазы связаны с возникающей неустойчивостью решетки по отношению к поворотам октаэдрических комплексных ионов MeF_6^{3+} , после перехода вызывают также смещения щелочных ионов из высокосимметричных позиций. Сильное взаимодействие мягкой поворотной моды с низкочастотными «жесткими» колебаниями приводит к неклассическим зависимостям частот этих колебаний от температуры и давления; в то же время поведение высокочастотных колебаний хорошо описывается обычной феноменологической теорией.

Исследование электрических полей в монокристаллах ниобата лития методом конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния

Зеленовский Павел Сергеевич¹, Шур Владимир Яковлевич²

¹*Лаборатория сегнетоэлектриков, НИИ ФПМ,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, 620000, Россия*
E-mail: zelenovskiy@labfer.usu.ru

²*Лаборатория сегнетоэлектриков, НИИ ФПМ,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, 620000, Россия*
E-mail: vladimir.shur@usu.ru

В работе исследовано влияние остаточных деполяризующих полей вблизи нейтральных и заряженных доменных стенок на изменения параметров линий в спектре комбинационного рассеяния (КР) монокристаллов ниобата лития (НЛ).

Показано, что остаточные деполяризующие поля вблизи заряженных доменных стенок приводят к изменению интегральной интенсивности (на 40–80%), смещению частоты (до 9 см^{-1}) и уширению (в 1.5–2 раза) спектральных линий $E(\text{TO}_1)$, $E(\text{TO}_8)$ и $A_1(\text{LO}_4)$. Вблизи нейтральных доменных стенок эти изменения на порядок менее выражены.

Увеличение объемной проводимости кристалла при повышенных температурах приводит к экранированию полей и исчезновению наблюдаемых изменений параметров спектральных линий.

Работа выполнена на оборудовании УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ, при поддержке РФФИ (гранты 13-02-01391-а, 11-02-91066-НЦНИ-а, 12-02-31377 мол_а), Министерства образования и науки (Контракты 14.513.12.0006, 16.740.11.0585), а также при финансовой поддержке молодых ученых УрФУ в рамках реализации программы развития УрФУ.

2-11

Кристаллическая структура и колебательные свойства германатов с кольцевым анионом $[\text{Ge}_4\text{O}_{12}]^{8-}$

Леонидов Иван Ильич¹, Петров Владислав Павлович²,
Чернышев Владимир Артурович², Никифоров Анатолий Елеферьевич²,
Вовкотруб Эмма Гавриловна³, Тютюнник Александр Петрович¹
и Зубков Владимир Георгиевич¹

¹*Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург, 620990, Россия*
E-mail: ivanleonidov@ihim.uran.ru

²*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, 620002, Россия*
E-mail: vladimir.chernyshev@usu.ru

³*Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН,*
Екатеринбург, 620990, Россия
E-mail: e.vovkotrub@ihite.uran.ru

Доклад посвящен кристаллохимическим и спектроскопическим исследованиям кальциевых германатов $\text{Y}_2\text{CaGe}_4\text{O}_{12}$ и $\text{Ca}_2\text{Ge}_7\text{O}_{16}$, перспективных оптических матриц фотонных кристаллов. Слоистая структура представленных соединений характеризуется наличием изолированных кольцевых анионов $[\text{Ge}_4\text{O}_{12}]^{8-}$. В докладе обобщены результаты рентгеноструктурного анализа, колебательной спектроскопии и квантовохимических первопринципных расчетов в рамках теории функционала плотности в обобщенном градиентном приближении, включая оптимизацию геометрии решетки и расчет колебательных ИК спектров поглощения и спектров КР с использованием различных гибридных функционалов.

Колебательные спектры кристалла $MnGeO_3$ группы пироксена

Ершов Александр Андреевич, Орешонков Александр Сергеевич,
Герасимова Юлия Валентиновна, Крылов Александр Сергеевич,
Иваненко Александр Анатольевич, Шайхутдинов Кирилл Александрович,
Терентьев Константин Юрьевич, Михашонок Наталья Владимировна,
Втюрин Александр Николаевич
Институт физики СО РАН, Красноярск, 690036, Россия
E-mail: vines91@mail.ru

Работа посвящена исследованию колебательного спектра кристалла $MnGeO_3$. Кристалл по структуре близок к группе силикатных минералов типа пироксена и, благодаря наличию магнитного иона, предположительно относится к мультиферроикам. Целью работы было обнаружение и исследование влияния магнитного упорядочения на ядерную подсистему. Образец был синтезирован методом оптической зонной плавки из поликристаллической заготовки. Получены температурные зависимости спектров КР и ИК поглощения, результаты интерпретируются в рамках эмпирической модели Борна – Кармана.

Исследование структуры кристалла $Ca_2Al_3O_6F$ методами рентгеноструктурного анализа и колебательной спектроскопии

Орешонков Александр Сергеевич¹, Втюрин Александр Николаевич²,
Zhiguo Xia³, Молокеев Максим Сергеевич⁴, Атучин Виктор Валерьевич⁵
¹*Институт физики СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*
E-mail: oreshonkov@iph.krasn.ru
²*Институт физики СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*
E-mail: vtyurin@iph.krasn.ru
³*China University of Geosciences, Beijing, 100083, China*
E-mail: xiazg426@yahoo.com.cn
⁴*Институт физики СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*
E-mail: msmolokeev@mail.ru
⁵*Институт физики полупроводников СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия*
E-mail: atuchin@isp.nsc.ru

Представлены результаты рентгеноструктурного анализа, КР и ИК спектроскопии порошкового образца $Ca_2Al_3O_6F$. Экспериментальная рентгенограмма проиндексирована ромбоэдрической ячейкой $a=17.3237$, $c=7.00017$ Å $V=1819.38$ Å³, $Z=6$, структура успешно решена в пространственной группе $R\bar{3}$. Показано, что структура $Ca_2Al_3O_6F$ состоит из почти идеальных тетраэдров AlO_4 , соединенных между собой углами.

Выполнен полуэмпирический расчет спектра колебаний $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{O}_6\text{F}$ с использованием программного пакета LADY. Для расчета межсионных взаимодействий была использована упрощенная модель Борна – Кармана. Расчетные КР и ИК спектры качественно совпадают с экспериментальными. Вычисления показывают, что наиболее интенсивные линии в спектре КР 539 и 573 см^{-1} соответствуют колебаниям шестичленного кольца, состоящего из тетраэдров AlO_4 и полносимметричному колебанию атомов фтора в плоскости ab кристалла соответственно.

2-15

Особенности динамической опалесценции в кристаллах танталата лития

Горелик Владимир Семенович¹ и Точилин Сергей Дмитриевич²

¹*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, 119991, Россия*

E-mail: gorelik@sci.lebedev.ru

²*Запорожский национальный технический университет, Запорожье, 69063, Украина*

E-mail: tochno@inbox.ru

В настоящее время детально изучаются мягкие моды кристаллических решеток. Такие исследования ведутся, в частности, методом изочастотных зависимостей комбинационного рассеяния света. В этом случае получают температурные зависимости неупругого рассеяния света, которые регистрируют при медленном нагревании кристалла для фиксированных частот Ω в области мягкой моды. Исследования изочастотных зависимостей для низких частот Ω интересны и в связи с тем, что при этом должна обнаруживаться динамическая опалесценция (ДО), обусловленная конденсацией мягкой моды. Эффект ДО наблюдался нами в кристаллах танталата лития вблизи точки перехода, он заключался в аномальном возрастании (\approx в 10^3 раз) интенсивности неупругого рассеяния света при $\Omega \rightarrow 0$ для $\Omega \leq 40\text{ см}^{-1}$. В данной работе был проведен анализ экспериментальных данных по ДО в LiTaO_3 с помощью теоретических изочастотных зависимостей, полученных для различного рода физических моделей ДО в кристаллах. Как выяснилось, ДО в кристаллах LiTaO_3 удовлетворительно описывается изочастотными зависимостями, полученными с учетом как пространственно-неоднородных флуктуаций параметра порядка вблизи точки перехода, так и спектрального интервала ее наблюдения.

**Исследования фазовых переходов,
индуцированных гидростатическим давлением,
во фторсодержащих эльпасолитах**

Крылова Светлана Николаевна¹, Крылов Александр Сергеевич², Горяйнов
Сергей Владимирович³, Орешонков Александр Сергеевич⁵,

Втюрин Александр Николаевич⁴

¹*Институт физики СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*

E-mail: slanky@iph.krasn.ru

²*Институт физики СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*

E-mail: shusy@iph.krasn.ru

³*Институт минералогии и петрографии, Новосибирск, 630090, Россия*

E-mail: svg@igm.nsc.ru

⁴*Институт физики СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*

E-mail: vtyurin@iph.krasn.ru

⁵*Институт физики СО РАН, Красноярск, 660036, Россия*

E-mail: oreshonov@iph.krasn.ru

Выполнены измерения спектров комбинационного рассеяния света кристаллов Rb_2KScF_6 , Rb_2KInF_6 , Rb_2NaYF_6 при 295 К, давлениях до 7 ГПа, до 5.3 ГПа, до 4.33 ГПа соответственно. Обнаружены фазовые переходы из кубической фазы $\text{Fm}\bar{3}\text{m}$ в более низкосимметричную фазу при давлении около 1 ГПа в кристалле Rb_2KScF_6 и при давлении около 0.9 ГПа в кристалле Rb_2KInF_6 . Анализ изменений спектральных параметров позволяет утверждать, что переходы в искаженную фазу сопровождаются увеличением (вероятно удвоением) объема примитивной ячейки исходной фазы. Вычисленные спектры колебаний решетки хорошо согласуются с результатами экспериментов. Установлено, что фазовые переходы в этих кристаллах связаны с поворотом октаэдрических групп ScF_6 и InF_6 , наиболее вероятной фазой высокого давления является фаза с пространственной группой $C2/m$. Исследования в кристалле Rb_2NaYF_6 показали отсутствие изменений в спектрах, связанных с фазовыми переходами. Расчет динамики решетки в кристалле Rb_2NaYF_6 показывает отсутствие фазовых переходов вплоть до 10 ГПа.

Комбинационное рассеяние в разупорядоченных средах

3-1

Собственный, примесный и индуцированный лазерным излучением структурный беспорядок в фоторефрактивных кристаллах ниобата лития и его проявление в спектре комбинационного рассеяния света

Сидоров Николай Васильевич, Палатников Михаил Николаевич,
Яничев Александр Александрович, Калинин Владимир Трофимович
*ФГБУН институт химии и технологии редких элементов
и минерального сырья им. И.В.Тананаева Кольского научного центра РАН,
Апатиты, Мурманская обл., 184209, Россия
E-mail: sidorov@chemy.kolasc.net.ru*

По спектрам КР при возбуждении спектров в УФ-, видимой и ближней ИК-области исследованы тонкие особенности упорядочения структурных единиц, собственные и примесные дефекты, а также дефекты, наведенные лазерным излучением и эффект фоторефракции, в сериях нелинейно-оптических монокристаллов ниобата лития (LiNbO_3) с разным отношением Li/Nb, номинально чистых и легированных широким спектром редкоземельных и переходных элементов, выращенных методом Чохральского разными способами. Установлено, что эффект фоторефракции является одним из факторов, вызывающих уширение линий в спектре КР. Для моделирования структурного беспорядка использованы вакансионные сплит-модели и данные РСА. В легированных кристаллах обнаружена область повышенного упорядочения структуры, когда в катионной подрешетке повышен порядок чередования основных, примесных катионов и вакансий вдоль полярной оси, а кислородные октаэдры близки к идеальным. При этом кристаллы получают более высокого оптического качества и более стойкими к оптическому повреждению, чем номинально чистые кристаллы конгруэнтного состава.

3-2

Низкочастотное КРС в кристаллическом и керамическом BaTiO_3

Малиновский Валерий Константинович, Пугачев Алексей Маркович
*Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: apg@iae.nsk.su*

Температурные зависимости центрального пика в комбинационном рассеянии света и сигнала второй гармоники от неодимового лазера исследовались в образцах, приготовленных из порошка титаната бария прессованием при приложении одноосных механических напряжений 600 МПа, 3×10^3 МПа и 4×10^3 МПа. В температурном диапазоне от 300 К to 800 К отчетливо регистри-

ровался центральный пик. Низкочастотная часть спектра в представлении восприимчивости описывается степенным законом $I_r(\nu, T) = I_n(\nu, T) \nu \propto \nu^\alpha$. Здесь $I_n(\nu, T) = I(\nu, T) / (n(\nu) + 1) \nu$, $n(\nu)$ – Бозе-фактор. Температурная зависимость параметра α характерна для соответствующей зависимости в релаксаторах SBN 61 [1] и PMN [2]. Такое поведение соответствует набору времен релаксации, что принципиально отличается от соответствующей температурной зависимости в кристаллах титаната бария [3], где низкочастотная часть спектра в представлении спектральной плотности $I_n(\nu, T)$ описывалась функцией Лоренца, означающей одно время релаксации. Исследования температурной зависимости генерации второй гармоники по методике, описанной в [4] показали, что уширение фазового перехода из тетрагональной в кубическую фазу возрастает при возрастании прикладываемого механического напряжения.

Полученные результаты интерпретированы как релаксорное поведение образцов, полученных прессованием порошка титаната бария.

1. V. K. Malinovsky, A. M. Pugachev, N. V. Surovtsev Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, **74**, No. 9, pp. 1231–1234, 2010.
2. Koreeda, H. Taniguchi, S. Saikan, and M. Itoh, PRL, 109, 197601, 2012.
3. J.H. Ko, T. H. Kim, K. Roleder, D. Rytz, S. Kojima, Phys. Rev. B **84**, 094123, 2011.
4. Pugachev A.M., Kovalevskii V.I., Surovtsev N.V., Kojima S., Prosandeev S.A., Raevski I.P., Raevskaya S.I., P.R.L., v.108., 247601, 2012.

3-3

Проявление локальных структур в спектрах КРС стеклющихся жидкостей

Адишев Сергей Владимирович и Суровцев Николай Владимирович
Институт Автоматики и Электронной Метрологии СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: adish@ngs.ru

В работе представлены результаты исследований стеклющихся жидкостей методом комбинационного рассеяния света (КРС). Были проведены измерения спектров КРС в трех низкомолекулярных жидкостях (толуол, 2-пиколин и о-толуидин) в широком температурном диапазоне. Анализ формы спектральных линий показал наличие особенностей при температуре стеклования T_g и температуре T_A , при которой происходит переход от аррениусовского поведения к неаррениусовскому в температурной зависимости структурной релаксации. В работе сделан вывод, что такое температурное поведение линий в спектре КРС объясняется образованием локальных структур (кластеров) в жидкости при ее охлаждении.

**Структурные фазовые переходы
в твердых растворах $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{Nb}_{1-y}\text{O}_3$
и их проявление в спектрах КР**

Теплякова Наталья Александровна, Сидоров Николай Васильевич,
Палатников Михаил Николаевич, Обрядина Екатерина Юрьевна,
Ефремов Вадим Викторович

*ФБГУН Институт химии и технологии редких элементов и минерального
сырья КНЦ РАН, Анатимы, 184209, Россия*

E-mail: tepl_na@chemy.kolasc.net.ru

По изменениям в спектрах КР и температурной зависимости проводимости исследованы структурные фазовые переходы (ФП) и катионная подвижность в твердых растворах (ТР) $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{Nb}_{1-y}\text{O}_3$ (LNTN) со структурой NaNbO_3 . С повышением температуры происходит уширение, размытие и исчезновение из спектра линий, отвечающих колебаниям катионов Li^+ и Na^+ в кубооктаэдрах, что свидетельствует о «плавлении» подрешетки щелочного металла. При этом в температурной зависимости проводимости наблюдается скачок (при одновременном уменьшении энергии активации), свидетельствующий о ФП в состояние с высокой ионной проводимостью. По спектрам КР показано, что ФП сопровождается деформацией и полной разориентацией кислородных октаэдров $\text{Nb}(\text{Ta})\text{O}_6$. Установлено, что ширины линий в спектре КР ТР LNTN, отвечающие колебаниям Li^+ зависят от температуры экспоненциально, а ширины линий, отвечающие колебаниям Na^+ – линейно. Для ТР $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_{0.4}\text{Nb}_{0.6}\text{O}_3$ ($x = 0.12, 0.03$) оценены величины среднего времени жизни ионов Li^+ в положении равновесия и величины барьеров перескока: $\sim 3.9 \cdot 10^{-13}$ и $\sim 8 \cdot 10^{-12}$ с, ~ 16 и ~ 20 кДж/моль, соответственно.

**Исследование фазового перехода в кристалле $\text{Rb}_2\text{KMnO}_3\text{F}_3$:
эффект управляемого беспорядка**

Крылов Александр Сергеевич¹, Колесникова Евгения Михайловна²,
Крылова Светлана Николаевна³ и Втюрин Александр Николаевич⁴

¹*Институт физики им. Куренского СО РАН, Красноярск, 690036, Россия*
E-mail: shusy@iph.krasn.ru

²*Институт физики им. Куренского СО РАН, Красноярск, 690036, Россия*
E-mail: ekoles@iph.krasn.ru

³*Институт физики им. Куренского СО РАН, Красноярск, 690036, Россия*
E-mail: slanky@iph.krasn.ru

⁴*Институт физики им. Куренского СО РАН, Красноярск, 690036, Россия*
E-mail: vtyurin@iph.krasn.ru

Эльпасолит $\text{Rb}_2\text{KMnO}_3\text{F}_3$ содержит в своей структуре октаэдры, включающие атомы F и O, чья симметрия ниже кубической. Однако макроскопи-

чески кристалл имеет кубическую симметрию. Это возможно только в том случае, если фторкислородные октаэдры разупорядочены в кристаллической решетке. При понижении температуры после структурного фазового перехода симметрия кристалла понижается и фторкислородные октаэдры должны упорядочиться частично или полностью. Так происходит со всеми кристаллами оксифторидов семейства эльпасолита. В исследуемом кристалле мы наблюдали аномальное поведение линий спектра, нетипичное для кристаллов. Обнаружена зависимость степени упорядочения структурных октаэдров MoO_3F_3 от скорости охлаждения при прохождении точки фазового перехода. Таким образом, изменяя скорость охлаждения, можно менять степень упорядочения структурных единиц кристалла.

3-6

Спектры комбинационного рассеяния и ионная динамика в гетерофазных нитратных стеклах

Гафуров Малик Магомедович, Алиев Амиль Ризванович,
Рабаданов Камиль Шахриевич, Атаев Мансур Бадавиевич,
Ахмедов Иса Расулович

Аналитический центр коллективного пользования ДНЦ РАН

и Институт физики им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,

ул. М. Ярагского, 94, Махачкала, 367003, РОССИЯ

E-mail: rksh83@mail.ru

Важной особенностью колебательных спектров частиц в конденсированных средах является их «реакция» на фазовые превращения, растворение, сольватацию, проявляющаяся в существенных изменениях спектральных линий и полос. Гетерофазные солевые системы интересны тем, что при добавлении в гомогенный ионный расплав мелкодисперсных частиц твердого наполнителя электропроводность в переохлажденном и стеклообразном состоянии увеличивается на несколько порядков. Для суждения о структуре и динамике в гетерофазных системах были исследованы спектры КР в области колебаний анионов и рассчитаны временные корреляционные функции (ВКФ) процессов, происходящих в них на пикосекундных временах. В гетерофазных системах полносимметричное колебание нитрат-иона в спектрах КР проявляется в виде дублета, что свидетельствует о наличии двух типов нитрат-ионов. По сравнению с гомогенной системой скорости колебательной релаксации $1/\tau_v$ высокочастотной и низкочастотной компонент в гетерофазной системе в области переохлаждения слабо зависят от температуры, что подтверждает сделанный выше вывод о том, что спектры ИК и КР нитрат-иона становятся «кристаллоподобными», т. е. происходит фактически «замораживание» анионной подрешетки гетерофазного стекла, тогда как подвижность катионов гетерофазной системы возрастает.

**Динамический спектральный отклик
твердых растворов $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_{3-\delta}$
в диапазоне частот 0.3–200 THz**

Троценко Василий Геннадьевич¹, Анохин Андрей Сергеевич^{1,5},
Разумная Анна Григорьевна¹, Торгашев Виктор Иванович¹,
Юзюк Юрий Иванович¹, Буш Александр Андреевич²,
Шкуратов Валерий Яковлевич², Горшунув Борис Петрович^{3,4},
Жукова Елена Сергеевна^{3,4}, Кадыров Ленар Сагдатуллоевич^{3,4},
Командин Геннадий Анатольевич³

¹*Физический факультет Южного федерального университета,
344090, Россия*

E-mail: vitorgashev@rambler.ru

²*Московский государственный технический университет радиотехники,
электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА), 117454, Россия*

E-mail: aabush@yandex.ru

³*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, 119991, Россия*

E-mail: gorshunov@ran.gpi.ru

⁴*Московский физико-технический институт, Россия*

E-mail: zhukovaelena@inbox.ru

⁵*Южный научный центр РАН, 344006, ул. Чехова 41, Ростов-на-Дону, Россия*

E-mail: anokhin@mail.ru

Методами X-гау, КРС и ИК-спектроскопии исследована структурно обусловленная эволюция оптических свойств перовскитов $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_{3-\delta}$, индуцированная замещением Bi^{3+} на Sr^{2+} . Продемонстрировано формирование для всех составов $0 \leq x \leq 1$ непрерывной серии твердых растворов со структурой перовскита (или его производных).

Показано, что в двух концентрационных областях, $0.1 < x < 0.2$ и $0.8 < x < 1.0$, имеют место структурные фазовые превращения с изменением симметрии $R3c \leftrightarrow Pm \bar{3} m$ и $Pm \bar{3} m \leftrightarrow P4mm$, соответственно.

**Низкотемпературные исследования керамики NaNbO_3
методом спектроскопии комбинационного рассеяния света**

Ефимова Мария Викторовна¹, Раевская Светлана Игоревна¹,
Раевский Игорь Павлович¹, Пугачев Алексей Маркович², Юзюк Юрий Иванович¹
¹*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 344090, Россия*
E-mail: yuzuuk@rambler.ru
²*Институт автоматизации и электрометрии СО РАН,*
Новосибирск, 630090 Россия

Многокомпонентные твердые растворы на основе ниобата натрия NaNbO_3 относятся к новому поколению бессвинцовых пьезоматериалов. В данной работе в широком температурном диапазоне (20 К–300 К) исследована динамика решетки в области низкотемпературного сегнетоэлектрического фазового перехода в ромбоэдрическую фазу в кристаллах керамики NaNbO_3 методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС). Выполнен сравнительный анализ температурных зависимостей частот и полуширин низкочастотных линий в спектрах КРС нескольких образцов монокристаллов и керамики с различными размерами зерен. Обнаружено, что в крупнозернистых керамиках не происходит низкотемпературный фазовый переход из ромбической антисегнетоэлектрической R-фазы в ромбоэдрическую сегнетоэлектрическую N-фазу, хотя в области перехода всё же наблюдаются незначительные аномалии, которые, скорее всего, обусловлены эффектами на границах зёрен (дефекты, механические напряжения). В то время как в мелкозернистой керамике присутствует ряд ярко выраженных особенностей в области фазового перехода.

**Исследование поведения $[\text{SiO}_4]$ -комплексов
как индикаторов структурных изменений силикатов
в твёрдом и расплавленном состояниях
методом спектроскопии комбинационного рассеяния света
при высоких температурах**

Воронько Юрий Козьмич, Соболев Александр Александрович и
Шукшин Владислав Евгеньевич
Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: voronko@lst.gpi.ru, sobol@lst.gpi.ru, shukshinve@lst.gpi.ru

Методами спектроскопии комбинационного рассеяния света как при комнатной, так и высоких температурах исследованы колебательные спектры монокристаллов силикатов, содержащих в качестве основной структурной единицы изолированные $[\text{SiO}_4]$ -комплексы: ортосиликат магния Mg_2SiO_4 , оксоортосиликаты Lu_2SiO_5 (LSO) и Gd_2SiO_5 (GSO), а также силикаты со

структурой оксиапатитов $\text{LiGd}_9(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$ и $\text{Ca}_2\text{Gd}_8(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$. Разделены спектры внутренних и внешних колебаний в этих структурах. Обнаружен эффект полимеризации кремний-кислородных тетраэдров в расплаве ортосиликата магния, приводящий к его сильному (на 600 К) переохлаждению. Установлено, что при температурах свыше 2100 К происходит испарение оксида кремния из образцов LSO. Методами быстрой закалки впервые получены стекла составов ортосиликата магния, оксоортосиликатов лютетия и гадолиния; исследованы их спектры комбинационного рассеяния света. Исследована трансформация строения оксиапатитов $\text{LiGd}_9(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$ и $\text{Ca}_2\text{Gd}_8(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$ в процессах плавления-кристаллизации и при быстрой закалке расплава. Обнаружены инконгруэнтный характер плавления $\text{LiGd}_9(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$, а также формирование новых метастабильных разупорядоченных фаз при быстрой закалке расплава $\text{Ca}_2\text{Gd}_8(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-02-00707 а.

3-10

Температурная зависимость α -релаксации стеклющихся жидкостей в ГГц диапазоне

Попова Валерия Андреевна

Институт Автоматики и Электрометрии СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия

E-mail: lab21@iae.nsk.su

При переходе вещества из жидкого состояния в стекло наблюдается существенное замедление молекулярной динамики, что отражается в резком увеличении времени α -релаксации. Известно, что температурная зависимость времени релаксации $\tau_\alpha(T)$ стеклющихся веществ имеет сложный характер, при котором высокотемпературное аррениусовское поведение сменяется не-аррениусовским в процессе охлаждения вещества при некоторой температуре, называемой T_A . Изменение характера поведения $\tau_\alpha(T)$ часто связывают с переходом от свободного молекулярного движения к кооперативному (образование нанометровых неоднородностей).

В работе был проведен детальный анализ температурной зависимости времени α -релаксации вблизи температуры T_A в ряде стеклющихся материалов. Этот температурный диапазон соответствует пикосекундным временам релаксации, измерение которых проблематично при использовании традиционных методов (таких как диэлектрическая спектроскопия). В настоящей работе релаксационный отклик был измерен методом неупругого рассеяния света с использованием тандема интерферометров Фабри-Перо, для которого область 1–100 ГГц является рабочей.

Спектры неупругого рассеяния света были измерены в широком спектральном и температурном диапазоне. Из полученных спектров была определена температурная зависимость времени релаксации и проведен анализ $\tau_\alpha(T)$. Полученные результаты обсуждаются в рамках подхода, предполагающего образование неоднородных локальных структур при температуре T_A .

Комбинационное рассеяние в микро-, мезо- и наноструктурах

4-1

Исследование размерных и морфических эффектов в эпитаксиальных пленках титаната бария-стронция методом спектроскопии КРС

Юзюк Юрий Иванович¹, Анохин Андрей Сергеевич^{1,2},
Головко Юрий Илларионович², Мухортов Владимир Михайлович²
¹Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 344090, Россия
E-mail: yuzyuk@rambler.ru

²Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, 344006, Россия

Исследованы спектры комбинационного рассеяния света (КРС) гетероэпитаксиальных пленок $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3/\text{MgO}$ различной толщины в интервале температур 80–1000 К. Обнаружены изменения частот $A_1(\text{TO})$ и $E(\text{TO})$ компонент мягкой моды при критической толщине 80 нм, обусловленные переходом из *c*-доменной тетрагональной в *a*-доменную орторомбическую фазу. Для пленок с толщинами выше и ниже критической наблюдаются разные температурные зависимости компонент мягкой моды. В зависимости от толщины пленки температура перехода в параэлектрическую фазу варьируется от 400 К до 560 К. Наблюдаемые сдвиги температур фазовых переходов в пленках различной толщины согласуются с результатами феноменологической теории. При приложении внешнего электрического поля от 0 до 400 кВ/см вдоль направления перпендикулярного направлению спонтанной поляризации *c*-доменной тетрагональной пленки наблюдается частичная деполяризация спектров, обусловленная понижением симметрии до моноклинной.

4-2

Оптический транзистор на основе фотонного кристалла с рамановски усиливающим дефектом

Архипкин Василий Григорьевич¹, Мысливец Сергей Александрович²
¹Институт физики СО РАН, Красноярск, Россия

avg@iph.krasn.ru

²Институт физики СО РАН, Красноярск, Россия

sam@iph.krasn.ru

Теоретически исследованы спектральные свойства одномерного фотонно-кристалла (ФК) с дефектом, содержащим четырехуровневую среду с комбинационным (рамановским) усилением, в присутствии дополнительного (переключающего) лазерного излучения. Показано, что в такой фотонно-кристаллической структуре можно эффективно управлять пропусканием и отражением пробного (рамановского) излучения с помощью переключающего лазерного поля. Предложенная схема позволяет получать управляемые узкие и сверхузкие

резонансы в спектрах пропускания и отражения ФК. Коэффициенты пропускания и отражения для пробного излучения могут быть усилены (больше единицы одновременно) или подавлены (близки к нулю), варьируя интенсивность переключающего поля. На этой основе предлагается новая схема полностью оптического переключателя (транзистора). Интенсивность переключающего поля, зависит от целого ряда параметров (однофотонной отстройки частоты накачки, ширины рамановского резонанса, числа периодических слоев и другие) и, как показывают оценки, может составлять от единиц $\text{мВт}/\text{см}^2$, что соответствует единичным фотонам, до десятков $\text{мВт}/\text{см}^2$. Это обусловлено эффектом пространственной локализации дефектных мод и гигантской кросс-керовской нелинейностью для пробного поля. Данная схема имеет преимущества перед схемами, основанными на электромагнитно индуцированной прозрачности, которые активно исследуются в настоящее время.

4-3

**Комбинационное рассеяния света
в полупроводниковых нанокристаллах:
улучшенная модель локализации фононов**

Володин Владимир Алексеевич^{1,2}

¹*Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,
пр. академика Лаврентьева, 13, Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: volodin@isp.nsc.ru*

²*Новосибирский Государственный Университет, ул. Пирогова, 2,
Новосибирск, 630090, Россия*

Развита модель расчета спектров комбинационного рассеяния света от нанокристаллов кремния и германия, основанная на смягчении закона сохранения квазиимпульса фононов, локализованных в нанокристаллах. В соответствии с принципом неопределённости Гейзенберга, чем меньше размер нанокристаллов, тем больше неопределённость их импульса. Существенное улучшение модели состоит в том, что учитывается дисперсия фононов не только по величине квазиимпульса, но и по направлению. Значительное уточнение модели состоит также в том, что дисперсия фононов рассчитывалась в хорошо апробированной модели Китинга, а не аппроксимировалась эмпирическими выражениями, как в используемых ранее подходах. Расчеты, сделанные по представленной модели, позволяют точнее определять размеры нанокристаллов кремния и германия из анализа экспериментальных спектров комбинационного рассеяния света.

**Проявление метастабильных полиморфных модификаций
и размерных эффектов в спектрах комбинационного рассеяния
нанокристаллов $\text{Bi}_{12}\text{Si}(\text{Ge})\text{O}_{20}$ и TeO_2 ,
выращенных в порах синтетических опалов**

Моисеенко Василий Николаевич, Горелик Владимир Семенович¹,
Евчик А.В., Дергачёв Михаил Петрович, Довбешко Галина Ивановна²
*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
49010, Днепропетровск, Украина*

¹*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук,
119991, Москва, Россия*

E-mail: gorelik@sci.lebedev.ru

²*Институт физики НАН Украины, 03680, Киев, Украина
E-mail: gd@iop.kiev.ua*

Настоящая работа посвящена исследованию спектров комбинационного рассеяния света (КР) кристаллов $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ и TeO_2 , выращенных в межглобулярном пространстве синтетических опалов. Заполнение пор опаловой матрицы производилось из расплава, что обеспечивает заполнение до 40 объемных %. Методом спектроскопии КР установлено, что вещество в порах опала находится в нанокристаллическом состоянии. Представлены результаты сравнительного анализа измеренных спектров КР со спектрами соответствующих поликристаллических порошков и монокристаллов. В спектрах нанокристаллов выявлены новые линии, значительное перераспределение и усиление спектральной интенсивности линий в области низких частот, а также смещения частот ряда линий по сравнению со спектром поликристаллического порошка и монокристалла. Наблюдаемые изменения в спектрах КР нанокристаллов опал – $\text{Bi}_{12}\text{Si}(\text{Ge})\text{O}_{20}$ и опал – TeO_2 по сравнению со спектрами соответствующих поликристаллических порошков и монокристаллов интерпретированы как 1) проявление динамики структуры метастабильных фаз $\gamma\text{-Bi}_{12}\text{Si}(\text{Ge})\text{O}_{20}$ и $\gamma\text{-TeO}_2$ (появление новых линий в области $400\text{--}500\text{ см}^{-1}$ и $400\text{--}700\text{ см}^{-1}$ соответственно); 2) размерными эффектами, приводящими к проявлению колебаний из других точек зоны Бриллюэна. Наиболее заметные изменения в спектрах КР в этом случае наблюдались в области смещенных частот $\leq 100\text{ см}^{-1}$, что может быть результатом уменьшения зоны Бриллюэна и «складывания» акустических ветвей. Влияние поверхностных мод на границе раздела глобула – нанокристалл сводилось к незначительному ($2\text{--}4\text{ см}^{-1}$) уширению и смещению частот отдельных линий в спектре КР.

Низкочастотные спектры КРС газогидрата ксенона

Адишев Сергей Владимирович и Суровцев Николай Владимирович

Институт автоматики и электрометрии СО РАН,

Новосибирск, 690090, Россия

E-mail: lab21@iae.nsk.su

В нашей работе мы представляем результаты исследования низкочастотных ($10\text{--}300\text{ см}^{-1}$) спектров комбинационного рассеяния света (КРС) газогидрата ксенона. Разработаны методические приемы, позволяющие измерять низкочастотные спектры газогидратов инертных газов на трехрешеточном КР-спектрометре. Установлено, что спектр КРС газогидрата ксенона характеризуется набором узких линий в диапазоне от 18 до 90 см^{-1} , соответствующим резонансному взаимодействию акустических мод ледового каркаса и локализованных мод атомов ксенона. Показано, что низкочастотный спектр КРС может быть успешно применен для исследования сценария разрушения клатратной структуры газогидрата при нагреве. В работе обсуждаются различные наблюдавшиеся сценарии разложения газогидрата ксенона.

4-6

Природа низкочастотной полосы в спектрах КРС МУНТ

Болотов Валерий Викторович, Бирюков Михаил Юрьевич, Кан Василий Евгеньевич, Князев Егор Владимирович, Шелягин Роман Владимирович

Омский научный центр СО РАН, Омск, 644024, Россия

E-mail: kan@obisp.oscsbras.ru

В спектрах комбинационного рассеяния света (КРС, $\lambda = 1064\text{ нм}$) слоёв многостенных УНТ (МУНТ), полученных методом CVD, обнаружена низкочастотная полоса в области $250\text{--}300\text{ см}^{-1}$. В данной области спектра наблюдаются пики, приписываемые радиальным дышащим модам (Radial Breathing Mode – RBM) в спектрах КРС одностенных УНТ. Известно, что в спектрах КРС МУНТ высокого качества могут наблюдаться полосы RBM, относящиеся

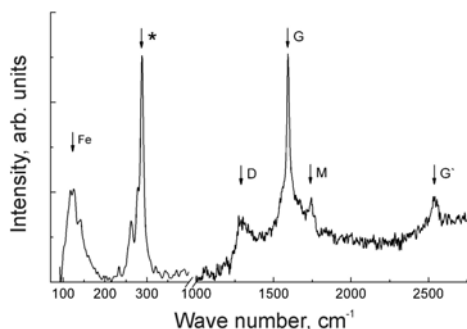


Рис. 1. Спектр КРС слоя МУНТ.

Символом «*» помечена исследуемая полоса.

к радиальным колебаниям атомов углерода во внутренних стенках МУНТ. В спектрах МУНТ, полученных методом CVD, кроме RBM, могут проявляться также полосы КРС оксидов железа.

Исследования методом ПЭМ показало присутствие в слое МУНТ с внешним диаметром $5\text{--}50\text{ нм}$. На торцах нанотрубок присутствуют частицы катализатора (железа). В спек-

трах КРС слоёв МУНТ после химических и термических обработок положение и полуширины составляющих полосы при 250–300 см⁻¹ не изменились, а положение и полуширина пиков отличаются от известных полос КРС оксидов железа [2]. Полученные экспериментальные данные позволяют предположить, что исследуемая полоса относится к радиальным колебаниям атомов углерода во внутренних стенках МУНТ. Оценки диаметра нанотрубок по положению полосы RBM дают величину 0.8–1.3 нм [3].

Литература

- [1] J.M. Benoit, J.P. Buisson, O. Chauvet, C.Godon, S. Lefrant, Phys. Rev. 66, 073417(4) (2002).
- [2] D.L.A. de Faria, F.N. Lopes. Vibrational Spectroscopy 45, 117 (2007).
- [3] В.В. Болотов, В.Е. Кан, М.Ю. Бирюков, Е.В. Князев, Р.В. Шелягин, П.М. Корусенко, С.Н. Несов, Ю.А. Стенькин, ФТТ 55, 1360 (2013).
-

4-7

Спектроскопия КР для диагностики селективного травления одностенных углеродных нанотрубок импульсным лазерным излучением

Арутюнян Наталия Рафаэлевна¹, Комленок М.С.², Кузнецов И.А.³,

Пожаров А.С.⁴, Конов В.И.⁵ и Образцова Елена Дмитриевна⁶

¹*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: 81natalie@gmail.com*

²*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: komlenok@nsc.gpi.ru*

³*Московский государственный технический университет радиотехники,
электроники и автоматики, Москва, 119454, Россия;
Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: kuz1910@bk.ru*

⁴*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: asp1q@bk.ru*

⁵*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: vik@nsc.gpi.ru*

⁶*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: elobr@mail.ru*

Спектроскопия КР является эффективным методом анализа геометрии ОУН. Так, характерная для ОУН «дыхательная» мода представляет собой радиальные колебания нанотрубки как целого, и ее положение определяется диаметром нанотрубки.

В этой работе проведено исследование изменения диаметров и типа проводимости нанотрубок при воздействии лазером с фемтосекундной длительностью импульса в зависимости от длины волны, плотности энергии излучения и количества импульсов. Обнаружено, что при лазерном облучении возможно удаление нанотрубок различных диаметров и типов проводимости.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-02-31300 мол_а, 12-02-31327 мол_а.

Гигантское комбинационное рассеяние света нанокристаллами Cu_xS

Ерюков Николай Александрович¹, Милёхин Александр Германович^{1,2},
Свешникова Лариса Леонидовна¹, Дуда Татьяна Александровна¹,
Покровский Л.Д.¹, Гутаковский Антон Константинович¹, Бацанов С.А.¹

¹*Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,
пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск
тел: (383)316-60-54,*

E-mail: yeryukov@isp.nsc.ru

Нанокристаллы (НК) сульфидов меди (Cu_xS) благодаря своим уникальным свойствам являются перспективными для устройств наноэлектроники и фотовольтаики. Эти свойства изменяются в широком диапазоне вследствие существования нескольких устойчивых фазовых состояний НК Cu_xS . Знание условий, при которых осуществляется переход из одной фазы Cu_xS в другую, позволит управлять их физическими свойствами. Поэтому определение этих условий становится актуальной задачей.

В настоящей работе обнаружено и исследовано явление гигантского комбинационного рассеяния света (ГКРС) оптическими фононами в НК Cu_xS , синтезированных с помощью технологии Ленгмюра – Блоджетт. Массивы НК Cu_xS с разной пространственной плотностью были помещены вблизи пространственно упорядоченных и разупорядоченных металлических нанокластеров. В спектрах ГКРС НК Cu_xS , отожженных при разных температурах, наблюдался частотный сдвиг линии оптического фонона Cu_xS , свидетельствующий о формировании новых кристаллических фаз.

Методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии и дифракции быстрых электронов определены форма, размер НК Cu_xS и их кристаллическая структура. Установлено, что НК Cu_xS обладают формой, близкой к сферической, и размером 6–8 нм. Кристаллическая структура НК Cu_xS зависит от температуры отжига и изменяется от гексагональной (Cu_2S) структуры к кубической ($\text{Cu}_{1,8}\text{S}$) и снова к гексагональной (Cu_2S).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 12-02-31412 мол_а, 13-02-00063 а) и СО РАН (интеграционный проект 134).

**Исследование динамики решетки титаната бария,
изготовленного в разном дизайне,
методом спектроскопии комбинационного рассеяния света**

Маслова Ольга Александровна, Широков Филипп Владимирович,
Юзюк Юрий Иванович

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 344090, Россия
E-mail: yuzuyuk@rambler.ru

Выполнено сравнительное исследование спектров комбинационного рассеяния различных материалов на основе классического сегнетоэлектрика - титаната бария (BaTiO_3). Исследовано температурное поведение компонент мягкой моды в монокристалле, керамике, поликристаллической и эпитаксиальной тонких пленках BaTiO_3 и сверхрешетке $\text{BaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$. В случае монокристалла, резкие изменения параметров мягкой моды наблюдаются при переходах в тетрагональную, орторомбическую и ромбоэдрическую фазы с понижением температуры. В керамике и поликристаллических пленках зарегистрировано сосуществование одновременно двух фаз в определенных температурных диапазонах. Показано, что последовательности фазовых переходов в эпитаксиальной пленке BaTiO_3 и сверхрешетке $\text{BaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ кардинально отличаются от объемных материалов, что обусловлено наличием сильных эпитаксиальных искажений кристаллической структуры.

4-10

**Спектры комбинационного рассеяния света
одностенных углеродных нанотрубок
и их связь с фононным спектром графена**

Авраменко Марина Владиславовна¹, Рошаль Сергей Бернардович²,
и Юзюк Юрий Иванович³

¹*Физический факультет Южного федерального университета,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия*
E-mail: avramenko.marina@gmail.com

²*Физический факультет Южного федерального университета,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия*
E-mail: rochal_s@yahoo.fr

³*Физический факультет Южного федерального университета,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия*
E-mail: yuzuyuk@rambler.ru

На примере графена и одностенных углеродных нанотрубок развит теоретико-групповой подход, выявляющий симметричную связь энергетического спектра плоской периодической структуры со спектрами производных от нее нанотрубок. Предложенная теория является универсальной и может быть в будущем применена для анализа электронных и фононных спектров

других тубулярных структур (например, нанотрубок нитрида бора, дисульфидов молибдена и вольфрама), полученных в последнее десятилетие. Разработанная теоретико-групповая методика применяется для установления общих закономерностей происхождения тех фононных мод углеродных нанотрубок, которые могут наблюдаться методами спектроскопии комбинационного рассеяния света. Полученные результаты послужат основой для разработки нового спектроскопического метода определения симметрии и индексирования одностенных нанотрубок.

4-11

Спектры комбинационного рассеяния гетероструктур феррита висмута и титаната бария-стронция

Кхабири Гумаа^{1,3} Анохин Андрей Сергеевич^{1,2}, Юзюк Юрий Иванович¹,
Головко Юрий Илларионович², Мухортов Владимир Михайлович²,
Широков Владимир Борисович², Patrick Simon⁴

¹*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 344090, Россия*
E-mail: yuzzyuk@rambler.ru

²*Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, 344006, Россия*

³*Fayoum university, Fayoum, Egypt*

⁴*CNRS UPR 3079 CEMHTI, Orléans, France*

Исследования спектров комбинационного рассеяния света (КРС) выполнены на этапах последовательного формирования трехслойной гетероструктуры, состоящей из эпитаксиальных слоев $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ (BST) и $(\text{Bi}_{0.98}\text{Nd}_{0.02})\text{FeO}_3$ (BNFO). Методами рентгенографии определены структурные искажения, возникающих при последовательном осаждении слоёв BST/BNFO/BST равной толщины. Обнаружено, что степень тетрагонального искажения пленки BST на MgO повышается после осаждения на её поверхность пленки BNFO, что свидетельствует о появлении в BST сжимающих напряжений. На основании анализа поляризованных спектров КРС показано, что в слое BNFO наблюдается новое фазовое состояние, не реализующееся в объёмных образцах. Из сравнительного анализа спектров КРС показано, что в пленке BST, выращенной на поверхности BNFO степень тетрагональности оказывается выше, чем в такой же пленке, выращенной непосредственно на MgO.

**Исследования свойств индивидуальных изолированных
двустенных углеродных нанотрубок
методом спектроскопии комбинационного рассеяния света**

Левшов Дмитрий Игоревич¹, Юзюк Юрий Иванович¹

¹*Физический факультет, Южный федеральный университет,*

Ростов-на-Дону, 344090, Россия

E-mail: Dmitry.levshov@gmail.com

Мы провели исследования колебательных и оптических свойств индивидуальных подвешенных двустенных углеродных нанотрубок (ДУНТ) методом спектроскопии комбинационного рассеяния света. Геометрия и структура нанотрубок определялись методами трансмиссионной электронной микроскопии высокого разрешения и электронной дифракции. Было обнаружено, что колебательные свойства двустенных трубок не сводятся к простой сумме свойств отдельных слоев. Так, например, разработанные для одностенных нанотрубок и широко используемые в литературе подходы для вычисления диаметров по частотам радиальных дыхательных мод дают некорректные результаты для ДУНТ и могут привести в ряде случаев к неправильному присвоению индексов хиральности. Мы объясняем это несоответствие в рамках механического взаимодействия между слоями нанотрубки, которое вызывает появление новых коллективных колебательных мод. Теоретические расчеты частот данных мод ДУНТ согласуются с наблюдаемыми спектрами КРС. Кроме того, мы утверждаем, что данное механическое взаимодействие качественно объясняет появление двух линий КРС дыхательно-подобных мод в случаях, когда лишь один из слоев находится в резонансе с энергией лазерного возбуждения.

**Полимерные плёнки с модифицированными одностенными
углеродными нанотрубками**

Гребенюков Вячеслав Владимирович^{1,2}, Образцова Елена Дмитриевна²

¹*МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, 119991, Россия*

E-mail: grebenukov@physics.msu.ru

²*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия*

E-mail: elobr@kapella.gpi.ru

В данной работе с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света исследуется новый материал – полимерные плёнки на основе карбоксиметилцеллюлозы со встроенными модифицированными одностенными углеродными нанотрубками. Нанотрубки были получены методом дугового разряда из сырья, содержащего допирующие примеси гексагонального нитрида бора и карбида бора. Внедрение допирующих примесей привело к изменениям в оптических свойствах нанотрубок по сравнению с немодифициро-

ванными. Наибольшие изменения были зарегистрированы при возбуждении металлических нанотрубок лазером с длиной волны 647 нм.

Полученные полимерные плёнки могут быть применены в качестве насыщающихся поглотителей в лазерах.

4-14

Особенности комбинационного рассеяния света в многостенных углеродных нанотрубках

Бокова-Сирош Софья Николаевна¹, Кузнецов В.Л.^{2,3}, Ищенко А.В.²,
Мосеенков С.И.², Шуваева М.А.^{2,3} и Образцова Елена Дмитриевна¹

¹*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН,
ул. Вавилова, 38, Москва, Россия, 119991,*

E-mail: sofia@kapella.gpi.ru

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН,
пр. академика Лаврентьева 5, Новосибирск, Россия, 630090*

³*Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, д. 2.,
Новосибирск, Россия, 630090*

В данной работе с использованием метода комбинационного рассеяния света (КР) и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения (ПЭМ) проведено комплексное исследование строения нескольких серий образцов многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ). В спектроскопии КР для определения геометрических параметров одностенных углеродных нанотрубок используется положение «дыхательной» моды. Однако в случае МУНТ, как правило, сигнал в низкочастотной области спектра очень слаб, и может быть зарегистрирован только при выполнении резонансных условий. В связи с этим, необходимо исследовать другие возможности КР для исследования МУНТ.

По данным ПЭМ было оценено количество стенок, внешние размеры и структурные особенности МУНТ всех серий. Спектры комбинационного рассеяния МУНТ были зарегистрированы в трех спектральных диапазонах: D-, G- и 2D-моды. Была обнаружена зависимость отношения интенсивностей I_{2D}/I_D от среднего диаметра нанотрубок и их высокотемпературных обработок.

Гигантское комбинационное рассеяние света полупроводниковыми наноструктурами

Милёхин Александр Германович^{1,2}, Свешникова Лариса Леонидовна¹,
Дуда Татьяна Александровна, Ерюков Николай Александрович¹,
Суровцев Николай Владимирович³, Адищев Сергей Владимирович³,
Родякина Екатерина Евгеньевна¹, Гутаковский Антон Константинович¹,
и Латышев Александр Васильевич¹

¹*Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН,
630090, г. Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 13
E-mail: milekhin@isp.nsc.ru*

²*Новосибирский государственный университет,
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2
E-mail: milekhin@isp.nsc.ru*

³*Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
630090, Новосибирск, Россия
E-mail: saa@iae.nsk.su*

Представлены результаты исследования гигантского комбинационного рассеяния света оптическими и поверхностными фононами в нанокристаллах CdS, GaN, ZnO и CuS и нанопроволоках ZnO и AlN. Установлено, что присутствие массивов разупорядоченных и упорядоченных массивов нанокластеров металлов (Ag, Au и Pt) существенным образом меняет спектры комбинационного рассеяния наноструктур и приводит 1) к резонансному усилению мод оптических фононов в нанокристаллах CdS и CuS, 2) возникновению поверхностных мод нанокристаллов GaN, ZnO и нанопроволок AlN и ZnO. Показано, что частоты мод поверхностных оптических фононов исследованных наноструктур хорошо согласуются с теоретическими значениями, полученными из расчетов, проведенных в приближении диэлектрической континуума.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 13-02-00063) и СО РАН №50, Президиума РАН (грант. 24.27), and и Интеграционного проекта СО РАН (грант 134) Немецкого исследовательского общества (Deutsche Forschungsgemeinschaft Grant No.Za146/22-1, Grant No. GRK 1215 “Materials and Concepts for Advanced Interconnects”). Часть исследований выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (ГК 16.518.11.7091) на оборудовании ЦКП «Наноструктуры» и «Высокоразрешающая спектроскопия газов и конденсированных сред».

Комбинационное рассеяние в биологических объектах

5-1

Исследование свойств бислойных мембран POPC, находящихся в водном растворе NaCl

Дмитриев Алексей Анатольевич¹

¹*Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: dmitralek@rambler.ru*

Работа посвящена исследованию влияния соли NaCl на поведение фосфолипидной мембраны (POPC) методом комбинационного рассеяния света (КРС). Фосфолипидные мембраны являются удобной модельной системой, исследование которой позволяет понять свойства, структуру и участие в клеточном метаболизме биологических мембран. Одной из интересных задач, связанных с исследованием липидных мембран, является изучение их свойств при добавлении соли. Известно, что при охлаждении клетки вокруг неё образуется оболочка из гидрогалита NaCl·2H₂O. Поэтому одной из актуальных задач является определение влияния гидрогалита на целостность мембраны и её динамический отклик.

Были измерены спектры КРС систем POPC – вода и POPC – вода – NaCl в нескольких спектральных диапазонах, соответствующих колебаниям различных групп атомов и колебаниям мембраны как целого. Были определены температурные зависимости отношения амплитуд пиков антисимметричной C–N моды к симметричной C–N моде и отношения интегральных интенсивностей линий C–C колебаний, происходящих в липидных хвостах, имеющих trans конформацию, и C–N колебаний. Также были найдены температурные зависимости частот низкочастотных пиков, соответствующих колебаниям мембраны как целого.

5-2

Исследование взаимодействия биологических молекул с алмазоподобными структурами

Мельник Николай Николаевич¹, Пляшечник Ольга Сергеевна¹,
Алексенко А.Е.², Спицин Б.В.², Переведенцева Е.В.¹, Cheng C.-L.³

¹*Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Москва, Россия
E-mail: lelya.reshma@mail.ru*

²*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина РАН,
Москва, Россия*

³*National Dong Hwa University, Hualien, Taiwan*

Работа посвящена исследованию КРС и ФЛ системы «физически адсорбированный белок + алмазоподобная структура». Ранее исследовалась

система «белок + наноалмазы». Обнаружен эффект изменения формы ФЛ наноалмаза при физической адсорбции белка. Предложена модель, согласно которой важную роль в процессе ФЛ играют графитоподобные кластеры на поверхности наноалмаза. Взаимодействие этих кластеров с молекулами белка приводит к уменьшению энергии возбуждения ФЛ и, следовательно, к изменению формы ФЛ.

В настоящей работе исследованы оптические свойства массивных алмазоподобных подложек с адсорбированным белком. По спектрам КРС определялись структура углеродной подложки и наличие графитоподобных кластеров на ее поверхности. На люминесцентных спектрах объемных алмазоподобных структур так же обнаруживается изменение формы фотолуминесценции в результате адсорбции биологических молекул. Спектральные данные, полученные при изменении экспериментальных условий (понижение температуры исследуемых образцов вплоть до температуры жидкого азота), также указывают на наличие данного эффекта и подтверждают предложенный механизм.

5-3

Исследование спектров КРС замороженных дрожжевых клеток

Окотруб Константин Александрович
Институт Автоматики и Электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: okotrubk@gmail.com

Одна из основных проблем криобиологии заключается в исследовании процессов, приводящих к гибели клеток при замораживании. Микроспектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС) позволяет исследовать процессы, протекающие при замораживании клеток *in vivo*, но до последнего времени таких работ не было. Данная работа посвящена исследованию замороженной суспензии дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* в физиологическом растворе методом КРС.

Были получены спектры КРС отдельных клеток в частотном диапазоне от 600 до 4000 см⁻¹ и температурном интервале от -175 до 25 °С. Дана интерпретация зависящих от температуры спектральных особенностей. В частности, в спектрах замороженных клеток зафиксированы линии гидрогалита. Анализ данных показал, что гидрогалит образуется при -40 °С. При скоростях охлаждения ~1 °С/мин он образуется преимущественно вокруг клеток, а при охлаждении на скоростях 15÷20 °С/мин гидрогалит распределен по всему образцу однородным образом. Согласно полученным данным, толщина эвтектически замороженного слоя может сильно варьироваться от клетки к клетке. В полученных спектрах ярко проявляются линии резонансного комбинационного рассеяния света цитохромов с восстановленным зарядовым состоянием гема (Fe⁺²). В работе представлены данные исследования зависимости интенсивности линий от температуры и времени экспозиции.

Низкочастотная динамика биополимеров при структурных превращениях

Лушников Сергей Германович¹, Саватеева-Попова Елена Владимировна²

¹*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН,*

Санкт-Петербург, 194021, Россия

E-mail: lushnikov@mail.ioffe.ru

²*Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,*

Санкт-Петербург, 199034, Россия

E-mail: esavvateeva@mail.ru

В настоящем докладе будут представлены результаты исследований модельных белков и ДНК (норма и мутант) с помощью мандельштамбриллюэновского рассеяния света. Результаты модельных расчетов хорошо согласуются с поведением скорости гиперзвука в концентрационных зависимостях ряда пептидов. Поведение скорости гиперзвука, затухания, восприимчивости и релаксационного вклада при фазовых превращениях в биополимерах (денатурация, конформационная динамика, образование агрегатов, золь-гель переход) при изменении температуры или под воздействием денатурирующих агентов обсуждаются в рамках современных представлений физики конденсированных сред.

Парафотонное рассеяние света

Горелик Владимир Семенович

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, 119991, Россия

E-mail: gorelik@sci.lebedev.ru

Возможность существования парафотонов – низкоэнергетических скалярных частиц в вакууме (голдстоуновских бозонов) была высказана в работе Л.Б. Окуня [1] на основании анализа астрофизических данных и фундаментальных законов физики элементарных частиц высоких энергий. В дальнейшем было предсказано также существование псевдоскалярных низкоэнергетических бозонов – аксионов [2]. Парафотоны и аксионы являются кандидатами на роль элементарных частиц тёмной материи, свойства которой активно анализируются в последние годы. Согласно теории [3,4] масса покоя парафотонов и аксионов находится в диапазоне 10^{-6} – 10^{-3} эВ, что соответствует далёкой инфракрасной области спектра ($0,01$ – 10 см $^{-1}$). В данной работе высказывается предположение о том, что парафотоны являются аналогом известных в спектроскопии комбинационного рассеяния мягких мод, индуцирующих структурные фазовые переходы в сегнетоэлектриках, сегнетоэластиках и мультиферроиках. Анализируется возможность неупругого рассеяния света на парафотонах и аксионах в материальных средах с использованием в качестве источников возбуждающего излучения современных лазеров.

1. L.V. Okun. Limits on electrodynamics: paraphotons? *Sov. Phys. JETP* 56, 502-505 (1982) ; *ЖЭТФ* 83(3), 892-895 (1982)
2. S.Hoffmann. Paraphotons and axions: Similarities in stellar emission and detection. *Phys. Lett. B* 193, 117- 122 (1986)
3. J.Jaeckel, J.Redondo and A.Ringwald. Hidden laser communications through matter —An application of meV-scale hidden photons. *EPL* 87, 10010(2009)
4. K. van Bibber, N.R. Dagdeviren, S.E. Koonin, A.K. Kerman, H.N.Nelson. Proposed experiment to Produce and Detect Light Pseudoscalars. *Phys. Rev. Lett.* 59, 759-762 (1987).

Динамика решетки, упругие и пьезоэлектрические свойства кристаллов $\text{HoFe}_3(\text{VO}_3)_4$ и $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$

Зиненко Виктор, Павловский Максим

Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Россия, 660036 г.

Красноярск, Академгородок, 50, строение № 38,

E-mail: zvi@iph.krasn.ru

В рамках неэмпирической модели ионного кристалла с учетом дипольной и квадрупольной поляризуемостей ионов проведен расчет динамики

решетки, высокочастотной диэлектрической проницаемости, упругих и пьезоэлектрических свойств кристаллов $\text{HoFe}_3(\text{VO}_3)_4$ и $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$ с пространственной группой симметрии $R32$. Вычисленные частоты в центре зоны Бриллюэна хорошо согласуются с данными, полученными методом рамановской спектроскопии для этих соединений. Во внутренней точке зоны Бриллюэна кристалла $\text{HoFe}_3(\text{VO}_3)_4$ была найдена нестабильная мода колебаний, конденсация которой приводит к структурному фазовому переходу в фазу с утроенной примитивной ячейкой и симметрией $P3_121$, наблюдаемому экспериментально в данном соединении.

7-3

Неэмпирический расчет раман-тензора кристаллов каломели

Рогинский Евгений Михайлович¹, Марков Юрий Федорович¹,
и Смирнов Борис Михайлович²

¹Физико-технический институт им.А.Ф.Иоффе РАН,
Санкт-Петербург, 194021, Россия
E-mail: e.roginskii@mail.ioffe.ru

²Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, 1990034, Россия

В работе теоретически изучены кристаллы каломели Hg_2Cl_2 , обладающие простой структурой, состоящей из параллельных оптической оси $C_4(Z)$ цепочек линейных молекул Cl-Hg-Hg-Cl , слабо связанных друг с другом, образующих объемно-центрированную тетрагональную решетку D_{4h}^{17} с двумя молекулами в элементарной ячейке. Эти кристаллы являются модельными при изучении структурных фазовых переходов.

В результате неэмпирических расчетов в рамках теории функционала зарядовой плотности (DFT) с представлением волновых функций электронов в базе плоских волн были изучены фоновый спектр и раман-тензор кристаллов Hg_2Cl_2 . В расчетах было использовано приближение обобщенных градиентов (GGA) и приближение локальной плотности (LDA). Однако расчеты с использованием LDA функционала не позволили получить хорошее согласие теории и эксперимента. Наилучший результат был получен с использованием градиентных поправок. Построение псевдопотенциалов было выполнено с учетом релятивистского эффекта в атомах Hg, в качестве основного состояния была выбрана конфигурация с частично обедненной 5d оболочкой. Проведено сравнение результатов этих расчетов с полуэмпирической моделью и экспериментом, выполненном ранее.

Работа поддержана программами РФФИ (грант 13-08-00930), президиума РАН П-20 и ОФН РАН.

**Интерпретация спектров КР и упругих свойств
кристалла $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$
на основе единой модели межмолекулярного потенциала**

Позднякова Т.А., Ботвич Александр Николаевич
Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск,
E-mail: maler@akadem.ru

Объектом исследования был кристалл тиомочевины $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$, испытывающий большое число фазовых превращений, включающих переходы в несоизмерную и сегнетоэлектрическую фазы. В рамках единого подхода, опирающегося на использование модельных межмолекулярных потенциалов, определена матрица динамических коэффициентов, которые использованы для расчета фононного спектра. Дополнительной независимой проверкой модели межмолекулярного потенциала служит расчет упругих постоянных кристалла в пара- и сегнетофазах, причем при этих расчетах используются те же самые динамические матрицы, что и при расчетах спектров КР. Упругие постоянные оказались менее чувствительны к выбору параметров межмолекулярного взаимодействия, в отличие от частот решеточных колебаний.

Вынужденное рассеяние света

8-1

Новый вид вынужденного рассеяния света – вынужденное низкочастотное комбинационное рассеяние

Кудрявцева Анна Дмитриевна, Чернега Николай Владимирович
*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,
Москва, 119991, Россия
E-mail: akudr@sci.lebedev.ru*

Наноструктурированные системы в настоящее время являются объектом интенсивных теоретических и экспериментальных исследований. Одним из многочисленных методов исследования наноразмерных систем является использование низкочастотного комбинационного рассеяния (КР) света. Низкочастотное КР, представляющее собой неупругое рассеяние света на локализованных акустических колебаниях наночастиц, дает важную информацию об их колебательной динамике. Сдвиг частоты рассеянного света определяется собственными частотами структурных неоднородностей исследуемой системы. Нелинейное взаимодействие сильной лазерной волны с изначально слабыми полями низкочастотного КР может приводить к возникновению вынужденного низкочастотного комбинационного рассеяния (ВНКР) света. Мы впервые наблюдали ВНКР с высокой эффективностью преобразования при возбуждении наносекундными импульсами рубинового лазера в различных наноструктурированных системах: в синтетических опаловых матрицах, нанокompозитах на их основе, в тонких наноструктурированных пленках и в суспензиях наночастиц. Расходимость и ширина линии ВНКР близки к соответствующим величинам возбуждающего лазерного излучения. Частотные сдвиги компонент ВНКР составляют величину от 0.17 до 14.5 см⁻¹, что соответствует гигагерцовому и ближнему терагерцовому диапазону, и определяются собственными частотами колебаний наночастиц или элементов структуры образца. Уменьшение размера наночастиц приводит к увеличению частотного сдвига компонент ВНКР.

8-2

ВКР лазеры высокой средней мощности

Зверев Петр Георгиевич
*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: zverev@lst.gpi.ru*

Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) позволяет получать лазерное излучение в новых спектральных областях. Кристаллические среды, обладающие высокой концентрацией рассеивающих центров, являются перспективной нелинейной средой для разработки твердотельных ВКР преобразователей.

В последнее время для ВКР были предложены десятки новых кристаллов: нитратов, вольфраматов, молибдатов, ванадатов, обладающих высокими сечениями комбинационного рассеяния для ВКР-активных мод. Широкий набор кристаллов позволяет получать различные стоксовы сдвиги от сотен до тысячи см^{-1} . Различные спектральные параметры ВКР-активных мод позволяют выбрать кристаллы для получения эффективного ВКР преобразования как в нано и микросекундном диапазоне длительностей (стационарный ВКР), так и для пикосекундных импульсов (нестационарный ВКР).

Повышение средней мощности излучения ВКР преобразователей приводит к росту тепловых потерь и нагреву нелинейной среды. В докладе обсуждаются проблемы, связанные со стабильностью параметров ВКР-активных мод: стоксова сдвига и коэффициента ВКР-усиления. Представлены конкретные схемы и параметры созданных твердотельных ВКР преобразователей и ВКР лазеров, дающие импульсы в сотни мДж, и средние мощности в десятки Вт. С увеличением рабочей длины волны коэффициент ВКР-усиления уменьшается. Использование внутрирезонаторных схем ВКР преобразования позволяет успешно решить проблему создания лазеров в ближнем ИК и безопасном для глаз спектральных диапазонах.

8-3

Вынужденное комбинационное рассеяние света в фотонных кристаллах и фотонных стеклах, заполненных нелинейными жидкостями

Водчиц Александр Иванович¹, Войнов Юрий Петрович²,
Горелик Владимир Семенович², Кудрявцева Анна Дмитриевна²,
Орлович Валентин Антонович¹ и Чернега Николай Владимирович²

¹*Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси,
Минск, 220072, Беларусь*

E-mail: a.vodchits@dragon.bas-net.by

²*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, 119991, Россия*

E-mail: akudr@sci.lebedev.ru

Наноструктурированные системы продолжают оставаться объектом интенсивных исследований в самых разных областях науки и технологий. Недавно было показано, что необычными оптическими свойствами могут обладать не только строго упорядоченные фотонные кристаллы, такие, как опаловые матрицы, но и фотонные стекла – среды с разупорядоченной структурой, состоящие из наносфер одинакового размера. Высокая локализация электромагнитного поля в наноструктурированных объектах может приводить к значительному увеличению нелинейного взаимодействия поля с веществом по сравнению с обычными средами, что вызывает существенное возрастание эффективности нелинейных процессов. В настоящей работе была поставлена задача исследовать влияние фотонных кристаллов и фотонных стекол на характеристики вынужденного комбинационного рассеяния света

(ВКР) в комбинационно-активных жидкостях, в частности, в обычной и в тяжелой воде. ВКР возбуждалось второй гармоникой пикосекундного Nd:YAG лазера с длиной волны 532 нм, максимальной энергией 10 мДж и длительностью импульса 60 пс при частоте повторений 20 Гц. Показано, что при возбуждении ВКР в жидкости, находящейся в полостях фотонного кристалла (синтетической опаловой матрицы), в промежутках между неупорядоченными микросферами фотонного стекла или в слое жидкости, прилегающем к фотонному кристаллу, эффективность ВКР существенно увеличивается по сравнению с ВКР в сплошной среде. Эффект наблюдался в обычной и тяжелой воде, в нитробензоле, спирте, жидком азоте.

8-4

**Вынужденное комбинационное рассеяние
в силикатном волокне при субнаносекундной накачке**

Рудыч Павел Дмитриевич¹

*¹Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: rudych@ngs.ru*

Лазеры и оптические усилители на пассивных волокнах в последнее время получили самое широкое распространение. Оптическая накачка волокна запускает в нем нелинейные процессы комбинационного рассеяния, которые могут быть использованы для селективного усиления излучения. Данная работа посвящена исследованию коэффициента усиления для комбинационного рассеяния света в волокне и влиянию на него различных конкурирующих процессов.

В работе были проведены измерения спектров усиления спонтанного излучения в одномодовом кварцевом волокне при накачке волокна импульсным лазером с длиной волны 532 нм и длительностью импульса 0.6 нс. Была показана зависимость коэффициента усиления от мощности накачки, выделены и рассмотрены различные режимы усиления, а также влияние на коэффициент усиления конкурирующих процессов.

Техника, методика и практические приложения КР спектроскопии

11-1

Рамановские спектрометры Horiba Scientific: применение для анализа широкого кругам материалов. Стыковка с атомно-силовым микроскопом. TIRS

Аникин Кирилл Витальевич¹, Трусов Михаил Александрович²
¹ЗАО “Найтек Инструментс”, Долгопрудный, 141700, Россия
E-mail: kanikin@nytek.ru

²AIST-NT, Зеленоград, 124460, Россия
E-mail: michael.trusov@gmail.com

В докладе описываются новые технические решения компании Horiba Scientific в области исследования спектров КР, в том числе анализ ультра низких частот, методы быстрого картирования, анализ при высоких давления, а также примеры применения спектрометров для широкого круга материалов. Отдельное внимание уделено набирающей популярность тематике стыковки КР спектрометра с Атомно-Силовым Микроскопом и TIRS эффекту (Tip Enhanced Raman Spectroscopy).

11-2

Высокотемпературная спектроскопия комбинационного рассеяния света – метод исследования процессов фазовых превращений в кристаллическом и расплавленном состояниях тугоплавких оксидных материалов

Соболь Александр Александрович
Институт общей физики РАН, Москва, 119991, Россия
E-mail: sobol@lst.gpi.ru

Синтез новых материалов на основе тугоплавких оксидов требует информации о поведении их структуры при высоких (несколько тысяч градусов) температурах, а также в процессах их плавления, кристаллизации и стеклования. Комбинационное рассеяние света является информативным и неразрушающим методом исследования структуры различных материалов, а также их колебательных спектров. В настоящее время продвижение методов регистрации спектров КРС в область сверхвысоких температур (свыше 2000К) привлекает внимание в связи с их простотой и возможностью получения информации о строении материалов в условиях, недоступных для применения другим методам исследования. В докладе приводятся методические особенности исследования материалов при высоких температурах методом КРС и состояние проблем в этой области в настоящее время. Основное внимание уделено приоритетному методу создания контраста сигнала КРС над

тепловым фоном с помощью импульсного лазерного возбуждения высокой мощности, который создан в ИОФРАНе и используется в течение последних 30-лет. В докладе иллюстрируются: применение новой методики ВКРС для изучения фазовых переходов и строения расплавов ряда оксидных материалов, ранее недоступных для исследования старыми методами из-за высокой температуры проведения экспериментов; изучение “in situ” процессов плавления, кристаллизации и стеклования ряда тугоплавких оксидных материалов, важных как с научной, так и практической точек зрения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 13-02-00707.

И-3

Спектроскопия КР на современном уровне как метод идентификации sp^2 углерода

Букалов Сергей Сергеевич

Научно-технический центр по спектроскопии КР РАН,

ул. Вавилова 28, Москва 119 991

E-mail: buklei@ineos.ac.ru

Различные sp^2 углеродные материалы и композиты на их основе находят широкое применение в современных высоких технологиях. В связи с этим представляется необходимой разработка методов неdestructивного анализа с целью определения их структуры и контроля за ходом технологических процессов. Наиболее адекватным методом такого рода является КР спектроскопия с возможностью пространственного микро-картографирования.

Каждой из модификаций sp^2 углерода присущ свой определенный спектр КР 1-го и 2-го порядков, характеризующийся числом и положением линий, их относительной интенсивностью, полушириной и контуром. КР – микрокартографирование с пространственным разрешением до 1 μ дает возможность судить о степени упорядочения материала, его гомогенности либо гетерогенности, о размерах соответствующих кристаллитов.

В докладе будут приведены конкретные данные для образцов графитов различного генезиса (натуральных и синтетических, в том числе турбостратных), а также других модификаций sp^2 углерода (стеклоуглерод, шунгит, сажа, нанотрубки, фуллерены, карбин). Будет также дана оценка применимости широко распространенного соотношения Кёнига [1].

[1] F. Tuinstra, J.L. Koenig, J. Chem. Phys. **53**, 1126, (1970).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (#13-03-00993).

Исследование метеоритов методом КРС.**Челябинский метеорит и Тунгусский феномен**Алексеев Владимир Алексеевич¹, Беркут Андрей Ильич²и Мельник Николай Николаевич³¹ ФГУП "ГНЦ РФ ТРИНИТИ", Москва, Троицк, 142190, Россия² ООО "Компания ВНИИСМИ",Москва, 129090, Россия ³ ФИАН, Москва, 119991, Россия

E-mail: melnik@sci.lebedev.ru

Доклад посвящен применению методики комбинационного рассеяния света для исследования метеоритов. Рассмотрены различные типы метеоритов, их составы и свойства. Подавляющее количество метеоритов являются каменными. Они состоят из соединений (силикаты, углеводородные соединения и др.), которые имеют довольно интенсивные спектры КРС. Учитывая свойства методики КРС такие, как дистанционность, неразрушаемость и высокое пространственное разрешение, очевидно, что широкое применение методики КРС для исследования метеоритов весьма перспективно. Приведены результаты исследования обломков Челябинского метеорита, обнаруженных на дне озера Чебаркуль. Данный метеорит относится к каменным (хондрит). При Тунгусском взрыве не сохранилось никаких обломков. Однако спектральное исследование ожогов деревьев позволило сделать вывод о наличии углеродной плазмы в продуктах взрыва.

**Исследование состава и строения метеорита «Челябинск»
методом КР-микрорентгенографии**Букалов Сергей Сергеевич¹, Айсин Ринат Равильевич¹,Лейтес Лариса Александровна¹, Еремяшев В.Е.²,¹ Научно-технический центр по спектроскопии КР РАН,

Институт элементоорганических соединений РАН им. А.Н. Несмеянова,

ул. Вавилова 28, Москва 119 991

E-mail: buklei@ineos.ac.ru

² Институт минералогии УРО РАН,

Ильменский заповедник, Челябинская обл. 456317,

E-mail: vee-zlat@mail.ru

Методом КР-микрорентгенографии с пространственным разрешением ~1 м исследованы обломки метеорита «Челябинск». По определению ГЕОХИ РАН, этот метеорит относится к обыкновенным хондритам типа LL5S4WO. Нами зарегистрировано более 200 спектров как с поверхности, так и от шлифов и сколов для пяти образцов. Путем сравнения с базой данных идентифицированы следующие минералы: форстерит, оливин, пироксены, альбит, магнетит, гематит, силикатные стекла. Эти данные совпадают с

предварительными результатами исследования минерального состава метеорита «Челябинск» другими физическими методами [1]. Наряду с этим, на светло-серых поверхностях свежесколотых фрагментов нами обнаружены микрокристаллы кубического алмаза (узкая линия КР 1333 см⁻¹ с полушириной 3,5 см⁻¹) и области sp² углерода (линии КР D 1324, G 1598 и 2D 2660 см⁻¹). Частоты и полуширины этих линий и соотношение интенсивностей линий D и G близки к наблюдаемым в спектрах КР шунгитов и стеклоуглерода [2]. На основании сопоставления с полученными ранее данными по зависимости спектра КР стеклоуглерода от температуры термообработки [3], можно заключить, что температура формирования sp² углеродного вещества в исследуемом метеорите находилась в пределах 1800-2200°C.

- [1] В.Н. Анфилов, Е.В. Белогуб, И.А. Блинов, В.Е. Еремяшев, Л.Я. Кабанова, С.М. Лебедева, Г.Ф. Лонщикова, П.В. Хворов, *Петрография, минералогия и строение метеорита «Челябинск»*, Литосфера № 3 (2013).
- [2] С.С. Букалов, Л.А. Михалицын, Я.В. Зубавичус, Л.А. Лейтес, Ю.Н. Новиков, *Исследование строения графитов и некоторых других sp² углеродных материалов методами микро-спектроскопии КР и рентгеновской дифрактометрии*, Рос. Хим. Журн. 1/1, 83-90 (2006).
- [3] С.С. Букалов, Я.В. Зубавичус, Л.А. Лейтес, А.И. Сорокин, А.С. Котосонов, *Исследование структурных изменений в образцах стеклоуглерода, подвергнутых термообработке при различных температурах, методами спектроскопии КР, рентгеновской дифрактометрии и диамагнитной восприимчивости (в печати)*.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (#13-03-00993).

11-6

Волоконные лазеры: новый класс источников излучения в ближнем ИК и видимом диапазонах

Распопин Кирилл Сергеевич¹, Акулов Владимир Александрович².

¹ООО «Инверсия-файбер»,

¹Новосибирск, пр-кт ак. Коптюга 1а, 630090, Россия

E-mail: inversions@inbox.ru

²Институт автоматики и электрометрии СО РАН,

Новосибирск, пр-кт ак. Коптюга 1, 630090, Россия

E-mail: v.akulov@gmail.com

Развитие методов спектроскопии комбинационного рассеяния света неразрывно связано с прогрессом в области построения источников возбуждения сигнала – лазерных излучателей. Компания ООО «Инверсия-Файбер» разработала и представляет на рынке серию лазерных источников нового типа. Мощные непрерывные волоконные лазеры с линией генерации в зеленой или ближней ИК областях спектра не только являются равноценной за-

менной классическим Ag⁺ и твердотельным лазерам, но и имеют ряд следующих преимуществ над ними:

- возможность выбора длины волны излучения (от 515 до 560 нм или от 1030 до 1120 нм с шириной спектра не более 10 пм);
- отсутствие юстировочных элементов и высокая стабильность мощности;
- высокое качество лазерного излучения достаточное для использования в микрорамаповских приставках,
- эксплуатационная эргономичность и энергетическая эффективность.

Высокий КПД волоконного лазера позволяет изготовить прибор с выходной мощностью до 1 Вт с небольшими массогабаритными характеристиками, без использования водяного охлаждения.

11-7

Спектральные исследования углеродной структуры природных импактных алмазов Попигайской астроблемы

*Герасимова Юлия Валентиновна, Крылов Александр Сергеевич,
Иваненко Александр Анатольевич, Втюрин Александр Николаевич,
Елисеев Александр Павлович, Александровский Александр Сергеевич,
Афанасьев Валентин Петрович, Исакова Алина Алексеевна
Институт физики СО РАН, Красноярск, 690036, Россия
E-mail: jul@iph.krasn.ru*

Институт геологии и минералогии СО РАН, 630090, Новосибирск, Россия

Исследован ряд образцов импактитов Попигайской астроблемы, которые, как показывают данные дифракции на монокристалльном дифрактометре, содержат микрокристаллы алмаза с размерами порядка микрона. Спектры комбинационного рассеяния, полученные в микро-Рамановском режиме измерений при возбуждении на 514 нм, содержат интенсивную полосу люминесценции, на фоне которой в отдельных образцах различима линия на 1332 см⁻¹, принадлежащая структуре алмаза. Наблюдалась люминесценция при возбуждении широким пучком на 355 нм и сфокусированным пучком на 514 нм. В первом случае наблюдается широкий спектр люминесценции, содержащий компоненты, характерные для NV-центров и сдвиговых дислокаций структуры алмаза. При возбуждении сфокусированным пучком наблюдается увеличение отдельных пиков в люминесценции, что указывает на неоднородность образцов и возможность обнаружения этим методом локальных центров окраски разной природы.

Кристаллическое и аморфное вещество в челябинском метеорите по данным КР спектроскопии

Мороз Татьяна Николаевна¹, Горяйнов Сергей Владимирович²,
Пономарчук Виктор Антонович¹, Подгорных Николай Михеевич¹

¹Институт геологии и минералогии СОРАН,
Новосибирск, 630090, Россия

E-mail: moroz@igm.nsc.ru

²Институт геологии и минералогии СОРАН,
Новосибирск, 630090, Россия

E-mail: svg@igm.nsc.r

Силикатные, фосфатные минералы, стеклообразное и углеродистое вещество были зарегистрированы в Челябинском метеорите методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР) с использованием микроскопической техники. Подтверждено, что по типу исследуемый метеорит относится к каменным (хондритам). По данным КР спектроскопии минералогический состав образца, отобранного вблизи деревни Еманжелинка, представлен форстеритом – $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$, энстатитом – $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$, плагиоклазом – $(\text{Na, Ca})\text{Al}(\text{Al, Si})\text{Si}_2\text{O}_8$ и другими силикатами, из фосфатов был зафиксирован мерриллит – $(\text{Mg, Fe, Mn})_2\text{Ca}_{18-x}(\text{Y, REE})_x(\text{P, Si})_{14}\text{O}_{56}$. Для КР спектра последнего характеристическим является дублет в области $950\text{--}970\text{ см}^{-1}$. Наличие полос в области 1350 и 1590 см^{-1} обусловлено углеродистым веществом. Многочисленные широкие полосы в исследуемом диапазоне волновых чисел обусловлены как неоднородным в химическом отношении стеклообразным веществом, так и наличием оптически активных центров. Анализ полученных КР спектров позволил определить некоторые структурные особенности исследуемого образца.

Многоходовая ячейка для регистрации спектров КР

Алиев Амиль Ризванович¹, Ахмедов Иса Расулович¹,
Какагазанов Мурад Гаджикурбанович¹, Рабаданов Камиль Шахриевич²

¹Институт физики ДНЦ РАН, Махачкала, 367003, Россия

E-mail: amilaliev@rambler.ru

²Аналитический ЦКП ДНЦ РАН, Махачкала, 367000, Россия

E-mail: rksh@mail.ru

Технические трудности при работе на спектрометрах типа ДФС-52 связаны с получением максимального сигнала КР. Эта проблема проявляется при проведении высокотемпературных исследований, когда кювета с образцом помещена в нагревательную печь. Для получения наилучшего соотношения сигнал – шум нами разработана, изготовлена и опробована в многоходовая кювета. Она позволяет увеличить оптический путь луча лазера в кювете.

те с солевым расплавом и таким образом повысить КПД использования мощности луча лазера.

Предложенная многоходовая кювета представляет собой кварцевую трубку, запаянную с одной стороны, покрытую с внутренней или внешней стороны тонким отражающим слоем (металлическое зеркало). Отражающий слой имеет окошки для входа лазерного луча и выхода рассеянного света.

Для увеличения оптической длины хода луча кювета располагается под углом к падающему лазерному лучу. Изменяя этот угол можно добиться многократного отражения луча в кювете от стенок и увеличения длины хода луча. При этом интенсивность рассеянного света увеличивается пропорционально длине хода падающего луча. Падающий и рассеянный лучи, испытав многократное отражение, выходят из кюветы и фокусируются на входную щель монохроматора. Лазерное излучение и свет КР имеют разные длины волн. Монохроматор разделяет падающий свет и свет КР, так что на ФЭУ попадает только свет КР.

11-10

**Газовые ионные лазеры и лазеры на парах металлов.
Перспективы их использования
в спектроскопии комбинационного рассеяния**

Косяков Денис Николаевич
*руководитель направления ЦТС «НАУКА»,
Москва, 115162, ул. Шаболовка, 29-2-49,
E-mail: stechnology.info@gmail.com*

Информационная справка о компании LEXEL Laser.

Продуктовая линейка газовых ионных лазеров производства компании LEXEL: видимые и ультрафиолетовые газовые ионные аргоновые и криптоновые лазеры.

Опыт применения газовых ионных лазеров производства компании LEXEL в спектроскопии комбинационного рассеяния и в других научных приложениях.

Информационная справка о компании Kimmon Electric.

Продуктовая линейка лазеров на парах металлов (HeCd) производства компании Kimmon Electric.

Опыт применения лазеров на парах металлов (HeCd) производства компании Kimmon Electric в спектроскопии комбинационного рассеяния и в других научных приложениях.

Существующие ресурсы и возможности по техническому сопровождению и сервисному обслуживанию лазеров в России.

Использование оптических методов для исследования структуры алмазосодержащих частиц детонационного синтеза, подвергнутых механохимическому и тепловому воздействиям

Корец Анатолий Яковлевич¹, Королькова Ирина Владимировна²,
Крылов Александр Сергеевич³, Миронов Евгений Владимирович¹
и Рабчевский Евгений Владимирович²,

¹*Сибирский Федеральный Университет, Россия*
E-mail: korets1947@rambler.ru

²*Институт химии и химической технологии, КНЦ СО РАН*
Красноярск, Россия

³*Институт физики, КНЦ СО РАН, Красноярск Россия*

Детонационный алмазосодержащий материал, синтезированный различными производителями, был подвергнут механическому воздействию с помощью мельниц АГО-2С (5, 15, 30 минут), КМ-1 (12, 16, 32 часа), и тепловому воздействию при фиксированной температуре в режиме так называемого «кислородного окна». Были получены инфракрасные спектры поглощения, спектры комбинационного рассеяния, спектры рентгеновской дифракции образцов ДАМ и кривые распределения по размерам с использованием анализатора FRITSCH ANALYSETTE-22. На основе сравнения ИК и КРС спектров (D и G полос) для образцов, полученных после обработки мельницей КМ-1, был сделан вывод, что поверхность частиц ДАМ неоднородна. Механическое воздействие мельницей АГО-2С (после 15 минут) привело к разрушению частиц ДАМ, что подтвердили КРС спектры, и спектры рентгеновской дифракции.

Эксперимент по светорассеянию (DLS) показал, что имело место разрушение неалмазной части частиц ДАМ, что вызывало необратимые изменения, и, как следствие, происходило полное или частичное разрушение самих частиц, включая алмазные зерна ДАМ. Из экспериментов следует, что детонационный алмазосодержащий продукт является самостоятельной детонационной фазой, с относительно высокой плотностью, частицы которой построены на основе химической связи. Это позволило ввести предположительную модель частицы ДАМ, которая характеризуется перепадом плотности, что ранее связывалось с влиянием первичных неравновесных процессов (флуктуаций плотности) на синтез.

Авторский указатель

A–Z

Cheng C.-L., 37
Patrick Simon, 33
Zhiguo Xia, 16

A

Авраменко Марина Владиславовна, 32
Адамив Владимир Теодорович, 11
Адищев Сергей Владимирович, 20, 29, 36
Айсин Ринат Равильевич, 6, 48
Акулов Владимир Александрович, 49
Александровский Александр Сергеевич, 13, 50
Алексеев Владимир Алексеевич, 48
Алексенко А.Е., 37
Алиев Амиль Ризванович, 22, 51
Аникин Кирилл Витальевич, 46
Анохин Андрей Сергеевич, 23, 26, 33
Арутюнян Наталия Рафаэлевна, 30
Архипкин Василий Григорьевич, 26
Атаев Мансур Бадавиевич, 7, 8, 22
Атучин Виктор Валерьевич, 16
Афанасьев Валентин Петрович, 50
Ахмедов Иса Расулович, 22, 51

Б

Бацанов С.А., 31
Беркут Андрей Ильич, 48
Бирюков Михаил Юрьевич, 29
Бланк Владимир Давыдович, 10
Бокова-Сирош Софья Николаевна, 4, 35
Болотов Валерий Викторович, 29
Ботвич Александр Никомеавич, 42
Брагин Сергей Сергеевич, 5
Букалов Сергей Сергеевич, 6, 47, 48
Бункин Николай Федорович, 3
Буш Александр Андреевич, 23

В

Вовкотруб Эмма Гавриловна, 15
Водчиц Александр Иванович, 44
Войнов Юрий Петрович, 4, 6, 44
Володин Владимир Алексеевич, 27
Воронов Владимир Николаевич, 13, 14

Воронько Юрий Козьмич, 24
Втюрин Александр Николаевич, 12, 14, 16, 18, 21, 50

Г

Гафуров Малик Магомедович, 7, 8, 22
Герасимова Юлия Валентиновна, 16, 50
Головко Юрий Илларионович, 26, 33
Горелик Владимир Семенович, 4, 6, 9, 11, 17, 28, 40, 44
Горшунов Борис Петрович, 23
Горяйнов Сергей Владимирович, 12, 18, 51
Гребенюков Вячеслав Владимирович, 34
Гутаковский Антон Константинович, 31, 36

Д

Денисов Виктор Николаевич, 10
Дергачёв Михаил Петрович, 11, 28
Дмитриев Алексей Анатольевич, 37
Довбешко Галина Ивановна, 11, 28
Дуда Татьяна Александровна, 31, 36

Е

Евчик А.В., 28
Елисеев Александр Павлович, 50
Еремяшев В.Е., 48
Ершов Александр Андреевич, 16
Ерюков Николай Александрович, 31, 36
Ефимова Мария Викторовна, 24
Ефремов Вадим Викторович, 21

Ж

Жукова Елена Сергеевна, 23

З

Зверев Петр Георгиевич, 43
Зеленовский Павел Сергеевич, 14
Зиненко Виктор, 40
Злобина Людмила Ивановна, 4
Зубков Владимир Георгиевич, 15

И

Иваненко Александр Анатольевич, 16, 50
Исакова Алина Алексеевна, 50
Ищенко А.В., 35

К

Кадыров Ленар Сагдатуллоевич, 23
Какагасанов Мурад Гаджикурбанович, 7, 51
Калинников Владимир Трофимович, 19
Кан Василий Евгеньевич, 29
Кириллов Святослав Александрович, 7, 8
Князев Егор Владимирович, 29
Козлов В. А., 3
Колесникова Евгения Михайловна, 21
Колесов Борис Алексеевич, 10
Командин Геннадий Анатольевич, 23
Комленок М.С, 30
Конов В.И., 30
Корец Анатолий Яковлевич, 53
Королькова Ирина Владимировна, 53
Косяков Денис Николаевич, 52
Крайский Александр Владиславович, 3
Крылов Александр Сергеевич, 12, 13, 14, 16, 18, 21, 50, 53
Крылова Светлана Николаевна, 14, 18, 21
Кудрявцева Анна Дмитриевна, 43, 44
Кузнецов В.Л., 35
Кузнецов И.А., 30
Кхабири Гумаа, 33

Л

Латышев Александр Васильевич, 36
Левшов Дмитрий Игоревич, 34
Лейтес Лариса Александровна, 6, 48
Леонидов Иван Ильич, 15
Лихачева Анна Юрьевна, 12
Лушников Сергей Германович, 39

М

Маврин Борис Николаевич, 10
Малаховский Александр Валентинович, 13
Малиновский Валерий Константинович, 19
Марков Юрий Федорович, 11, 41
Маслова Ольга Александровна, 32
Мельник Николай Николаевич, 3, 37, 48
Милёхин Александр Германович, 31, 36
Мионов Евгений Владимирович, 53
Михашонок Наталья Владимировна, 16
Моисеенко Василий Николаевич, 11, 28
Молокеев Максим Сергеевич, 13, 16
Мороз Татьяна Николаевна, 51
Морозова С.В., 6

Мосеенков С.И., 35
Мухортов Владимир Михайлович, 26, 33
Мысливец Сергей Александрович, 26

Н

Никифоров Анатолий Елеферьевич, 15

О

Образцова Екатерина Александровна, 4
Образцова Елена Дмитриевна, 4, 30, 34, 35
Обрядина Екатерина Юрьевна, 21
Окотруб Константин Александрович, 38
Орешонков Александр Сергеевич, 14, 16, 18
Орлович Валентин Антонович, 44

П

Павловский Максим, 40
Палатников Михаил Николаевич, 19, 21
Переведенцева Е.В., 37
Петров Владислав Павлович, 15
Пляшечник Ольга Сергеевна, 37
Подгорных Николай Михеевич, 51
Пожаров А.С., 30
Позднякова Т.А., 42
Покровский Л.Д., 31
Пономарчук Виктор Антонович, 51
Поносов Юрий Сергеевич, 13
Попова Валерия Андреевна, 25
Пугачев Алексей Маркович, 19, 24

Р

Рабаданов Камиль Шахриевич, 7, 8, 22, 51
Рабчевский Евгений Владимирович, 53
Раевская Светлана Игоревна, 24
Раевский Игорь Павлович, 24
Разумная Анна Григорьевна, 23
Распопин Кирилл Сергеевич, 49
Рогинский Евгений Михайлович, 11, 41
Родякина Екатерина Евгеньевна, 36
Рошаль Сергей Бернардович, 32
Рудыч Павел Дмитриевич, 45

С

Саватеева-Попова Елена Владимировна, 39
Свербиль Павел Петрович, 4

Свешникова Лариса Леонидовна, 31, 36
Сидоров Николай Васильевич, 19, 21
Смирнов Борис Михайлович, 41
Соболь Александр Александрович, 24, 46
Спицин Б.В., 37
Стрельцов Сергей Владимирович, 13
Суровцев Николай Владимирович, 20, 29, 36

Т

Теплякова Наталья Александровна, 21
Терентьев Константин Юрьевич, 16
Торгашев Виктор Иванович, 23
Точилин Сергей Дмитриевич, 17
Троценко Василий Геннадьевич, 23
Трусов Михаил Александрович, 46
Тютюнник Александр Петрович, 15

У

Умаров Максуджон Файзулович, 6

Ф

Федотов Павел Владимирович, 4

Ч

Чернега Николай Владимирович, 43, 44
Чернов Александр Игоревич, 4
Чернышев Владимир Артурович, 15

Ш

Шайхутдинов Кирилл Александрович, 16
Шелягин Роман Владимирович, 29
Широков Владимир Борисович, 33
Широков Филипп Владимирович, 32
Шкирин А. В., 3
Шкуратов Валерий Яковлевич, 23
Шуваева М.А., 35
Шукшин Владислав Евгеньевич, 24
Шур Владимир Яковлевич, 14

Ю

Юзюк Юрий Иванович, 23, 24, 26, 32, 33, 34
Юрков Александр Сергеевич, 11

Я

Яничев Александр Александрович, 19

Адреса участников

Cheng C.-L.

National Dong Hwa University,
Hualien, Taiwan

Patrick Simon

CNRS UPR 3079 CEMHTI, Orléans,
France

Zhiguo Xia

China University of Geosciences,
Beijing, 100083, China
xiazg426@yahoo.com.cn

Авраменко Марина**Владиславовна**

Физический факультет Южного
федерального университета,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
avramenko.marina@gmail.com

Адамив Владимир Теодорович

Институт физической оптики,
Львов, 79005, Украина
adamiv@ifp.lviv.ua

Адищев Сергей Владимирович

Институт Автоматики и
Электронной Метрологии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
adish@ngs.ru

Айсин Ринат Равильевич

Научно-технический центр по
спектроскопии КР РАН,
Институт элементоорганических
соединений РАН им.
А. Н. Несмеянова,
ул. Вавилова 28, Москва 11999
buklei@ineos.ac.ru

Акулов Владимир Александрович

Институт автоматики и
электронной метрологии СО РАН,
Новосибирск, пр-кт ак. Коптюга 1,
630090, Россия
v.akulov@gmail.com

**Александровский Александр
Сергеевич**

L.V. Kirensky Institute of Physics,
Krasnoyarsk, Russia
aleksandrovsky@kirensky.ru

Алексеев Владимир Алексеевич

ФГУП "ГНЦ РФ ТРИНИТИ",
Москва, Троицк, 142190, Россия

Алексенко А. Е.

Институт физической химии и
электрохимии им. А. Н. Фрумкина
РАН, Москва, Россия

Алиев Амиль Ризванович

Аналитический центр
коллективного пользования ДНЦ
РАН и Институт физики
им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,
ул. М. Ярагского, 94, Махачкала,
367003, Россия
rksh83@mail.ru

Аникин Кирилл Витальевич

ЗАО "Найтек Инструментс",
Долгопрудный, 141700, Россия
kanikin@nytek.ru

Анохин Андрей Сергеевич

Южный научный центр РАН,
ул. Чехова 41, Ростов-на-Дону,
344006, Россия
anokhin@mail.ru

Арутюнян Наталия Рафаэлевна
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, Москва,
119991, Россия
81natalie@gmail.com

Архипкин Василий Григорьевич
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 660036, Россия
avg@iph.krasn.ru

Атаев Мансур Бадавиевич
Аналитический центр
коллективного пользования ДНЦ
РАН и Институт физики
им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,
ул. М. Ярагского, 94, Махачкала,
367003, Россия
rksh83@mail.ru

Атучин Виктор Валерьевич
Институт физики полупроводников
СО РАН, Новосибирск, 630090,
Россия
atuchin@isp.nsc.ru

Афанасьев Валентин Петрович
Институт геологии и минералогии
СО РАН, Новосибирск, 630090,
Россия

Ахмедов Иса Расулович
Аналитический центр
коллективного пользования ДНЦ
РАН и Институт физики
им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,
ул. М. Ярагского, 94, Махачкала,
367003, Россия
rksh83@mail.ru

Бацанов С.А.
Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН,
пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск

Беркут Андрей Ильич
ООО “Компания ВНИИСМИ”,
Москва, 129090, Россия

Бирюков Михаил Юрьевич
Омский научный центр СО РАН,
Омск, 644024, Россия
kan@obisp.oscsbras.ru

Бланк Владимир Давыдович
Технологический институт
сверхтвердых и новых углеродных
материалов, Москва Троицк,
142190, Россия

**Бокова-Сирош Софья
Николаевна**
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова, РАН, Москва
119991, Россия
cauchemar@yandex.ru

Болотов Валерий Викторович
Омский научный центр СО РАН,
Омск, 644024, Россия
kan@obisp.oscsbras.ru

Ботвич Александр Николаевич
Сибирский Федеральный
Университет, г. Красноярск,
maler@akadem.ru

Брагин Сергей Сергеевич
Институт автоматизации и
электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
sergeybragin@rocketmail.com

Букалов Сергей Сергеевич
Научно-технический центр по
спектроскопии КР РАН,
ул. Вавилова 28, Москва 119 991
buklei@ineos.ac.ru

Бункин Николай Федорович
Институт общей физики им. А.М.
Прохорова РАН,
119991 Москва, ул. Вавилова, 38
nbunkin@kapella.gpi.ru

Буш Александр Андреевич
Московский государственный
технический университет
радиотехники, электроники и
автоматики (МГТУ МИРЭА),
117454, Россия
aabush@yandex.ru

Вовкотруб Эмма Гавриловна
Институт высокотемпературной
электрохимии УрО РАН,
Екатеринбург, 620990, Россия
e.vovkotrub@ihte.uran.ru

Водчиц Александр Иванович
Институт физики им. Б.И.
Степанова НАН Беларуси,
Минск, 220072, Беларусь
a.vodchits@dragon.bas-net.by

Войнов Юрий Петрович
Физический институт
им. П.Н. Лебедева РАН, Москва,
119991, Россия
gorelik@sci.lebedev.ru

Володин Владимир Алексеевич
Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН, пр.
академика Лаврентьева, 13,
Новосибирск, 630090, Россия
volodin@isp.nsc.ru

Воронов Владимир Николаевич
Институт физики
им. Л. В. Киренского СО РАН,
Красноярск, 660036, Россия
vturin@iph.krasn.ru

Воронько Юрий Козьмич
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, Москва,
119991, Россия
voronko@lst.gpi.ru

Втюрин Александр Николаевич
Институт физики
им. Л. В. Киренского СО РАН,
Красноярск, 660036, Россия
vturin@iph.krasn.ru

Гафуров Малик Магомедович
Аналитический центр
коллективного пользования ДНЦ
РАН и Институт физики
им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,
ул. М. Ярагского, 94, Махачкала,
367003, Россия
rksh83@mail.ru

Герасимова Юлия Валентиновна
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 690036, Россия
jul@iph.krasn.ru

Головко Юрий Илларионович
Южный научный центр РАН,
Ростов-на-Дону, 344006, Россия

Горелик Владимир Семенович
Физический институт
им. П.Н. Лебедева РАН, Москва,
119991, Россия
gorelik@sci.lebedev.ru

Горшунув Борис Петрович
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, 119991,
Россия
gorshunov@ran.gpi.ru

Горайнов Сергей Владимирович
Институт геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
svg@igm.nsc.ru

Гребенюков Вячеслав Владимирович
МГУ им. М.В. Ломоносова,
физический факультет, Москва,
119991, Россия
grebenukov@physics.msu.ru

Гутаковский Антон Константинович
Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН,
пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск
milekhin@isp.nsc.ru

Денисов Виктор Николаевич
Институт спектроскопии РАН,
Москва Троицк, 142190, Россия
denisovvn@ntcstm.troitsk.ru

Дергачёв Михаил Петрович
Днепропетровский национальный
университет им. Олеся Гончара,
Днепропетровск, 49010, Украина
dergachov-mp@yandex.ru

Дмитриев Алексей Анатольевич
Институт автоматки и
электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
dmitralek@rambler.ru

Довбешко Галина Ивановна
Институт физики НАН Украины,
Киев, 03680, Украина
gd@iop.kiev.ua

Дуда Татьяна Александровна
Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН,
пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск

Евчик А.В.
Институт физики НАН Украины,
03680, Киев, Украина
gd@iop.kiev.ua

Елисеев Александр Павлович
Институт геологии и минералогии
СО РАН, Новосибирск, 630090,
Россия

Еремяшев В.Е.
Институт минералогии УРО РАН,
Ильменский заповедник,
Челябинская обл. 456317, Россия
vee-zlat@mail.ru

Ершов Александр Андреевич
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 690036, Россия
vines91@mail.ru

Ерюков Николай Александрович
Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН,
пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск
yeryukov@isp.nsc.ru

Ефимова Мария Викторовна
Южный федеральный
университет, Ростов-на-Дону,
344090, Россия
yuzyuk@rambler.ru

Ефремов Вадим Викторович
ФБГУН Институт химии и
технологии редких элементов и
минерального сырья КНЦ РАН,
Апатиты, 184209, Россия
tepl_na@chemistry.kolasc.net.ru

Жукова Елена Сергеевна
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, 119991,
Россия
zhukovaelena@inbox.ru

Зверев Петр Георгиевич Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, 119991, Россия
zvrev@lst.gpi.ru

Зеленовский Павел Сергеевич Лаборатория сегнетоэлектриков, НИИ ФПМ, Уральский федеральный университет, Екатеринбург, 620000, Россия
zelenovskiy@labfer.usu.ru

Зиненко Виктор Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Академгородок, 50, строение № 38 г. Красноярск, 660036, Россия
zvi@iph.krasn.ru

Злобина Людмила Ивановна Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, 119991, Россия
gorelik@sci.lebedev.ru

Зубков Владимир Георгиевич Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург, 620990, Россия
ivanleonidov@ihim.uran.ru

Иваненко Александр Анатольевич Институт физики СО РАН, Красноярск, 690036, Россия
jul@iph.krasn.ru

Исакова Алина Алексеевна Институт физики СО РАН, Красноярск, 690036, Россия
jul@iph.krasn.ru

Ищенко А.В. Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН, пр. академика Лаврентьева 5, Новосибирск, 630090, Россия

Кадыров Ленар Сагдатуллович Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, 119991, Россия
gorshunov@ran.gpi.ru

Какагасанов Мурад Гаджикурбанович Аналитический центр коллективного пользования ДНЦ РАН и Институт физики им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН, ул. М. Ярагского, 94, Махачкала, 367003, Россия
rksh83@mail.ru

Калинников Владимир Трофимович ФГБУН институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН, Апатиты, Мурманская обл., 184209, Россия
sidorov@chemistry.kolasc.net.ru

Кан Василий Евгеньевич Омский научный центр СО РАН, Омск, 644024, Россия
kan@obisp.oscsbras.ru

Кириллов Святослав Александрович Межведомственное отделение электрохимической энергетики НАН Украины, бульв. акад. Вернадского, 38А, 03142 Киев, Украина

Князев Егор Владимирович Омский научный центр СО РАН, Омск, 644024, Россия
kan@obisp.oscsbras.ru

Козлов В. А.

Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН,
ул. Вавилова, 38, 119991, Москва,
vk@amphoralabs.ru

**Колесникова Евгения
Михайловна**

Институт физики им. Киренского
СО РАН, Красноярск, 690036,
Россия
ekoles@iph.krasn.ru

Колесов Борис Алексеевич

Институт неорганической химии
им. А.В. Николаева СО РАН
Новосибирск, 630090, Россия
kolesov@niic.nsc.ru

Командин Геннадий Анатольевич

Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, 119991,
Россия
gorshunov@ran.gpi.ru

Комленок М.С.

Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, Москва,
119991, Россия
komlenok@nsc.gpi.ru

Конов В.И.

Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, Москва,
119991, Россия
vik@nsc.gpi.ru

Корец Анатолий Яковлевич

Сибирский Федеральный
Университет, Россия
korets1947@rambler.ru

Королькова Ирина Владимировна

Институт химии и химической
технологии, КНЦ СО РАН
Красноярск, Россия

Косяков Денис Николаевич

Руководитель направления ЦТС
«НАУКА», ул. Шаболовка, 29-2-49,
Москва, 115162
stechnology.info@gmail.com

**Крайский Александр
Владиславович**

Физический институт
им. П. Н. Лебедева РАН, Россия
kraiski@sci.lebedev.ru

Крылов Александр Сергеевич

Институт физики
им. Л.В. Киренского СО РАН,
Красноярск, 660036, Россия
shusy@iph.krasn.ru

Крылова Светлана Николаевна

Институт физики
им. Л.В. Киренского СО РАН,
Красноярск, 660036, Россия
slanky@iph.krasn.ru

Кудрявцева Анна Дмитриевна

Физический институт
им. П.Н. Лебедева РАН,
Москва, 119991, Россия
akudr@sci.lebedev.ru

Кузнецов В.Л.

Институт катализа
им. Г.К. Борескова Сибирского
отделения РАН, пр. академика
Лаврентьева 5, Новосибирск,
630090, Россия
Новосибирский государственный
университет, ул. Пирогова, д. 2.,
Новосибирск, 630090, Россия

Кузнецов И.А.

Московский государственный
технический университет
радиотехники, электроники и
автоматики, Москва, 119454, Россия
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, Москва,
119991, Россия
kuzz1910@bk.ru

Кхабири Гумаа

Fayoum university, Fayoum, Египт
Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
yuzuuk@rambler.ru

Латышев Александр Васильевич

Институт физики полупроводников
им. А. В. Ржанова СО РАН, просп.
Академика Лаврентьева, 13,
г. Новосибирск, 630090
milekhin@isp.nsc.ru

Левшов Дмитрий Игоревич

Физический факультет, Южный
федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
Dmitry.levshov@gmail.com

Лейтес Лариса Александровна

Научно-технический центр по
спектроскопии КР РАН,
Институт элементоорганических
соединений РАН
им. А.Н. Несмеянова,
ул. Вавилова 28, Москва 119 991
buklei@ineos.ac.ru

Леонидов Иван Ильич

Институт химии твердого тела УрО
РАН, Екатеринбург, 620990, Россия
ivanleonidov@ihim.uran.ru

Лихачева Анна Юрьевна

Институт геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
alih@igm.nsc.ru

Лушников Сергей Германович

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе РАН,
Санкт-Петербург, 194021, Россия
lushnikov@mail.ioffe.ru

Маврин Борис Николаевич

Институт спектроскопии РАН,
Москва Троицк, 142190, Россия
mavrin@isan.troitsk.ru

**Малаховский Александр
Валентинович**

Институт физики СО РАН,
Красноярск, Россия
aleksandrovsky@kirensky.ru

**Малиновский Валерий
Константинович**

Институт автоматики и
электронметрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
apg@iae.nsk.su

Марков Юрий Федорович

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе РАН,
Санкт-Петербург, 194021, Россия
e.roginskii@mail.ioffe.ru

Маслова Ольга Александровна

Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
yuzuuk@rambler.ru

Мельник Николай Николаевич

ФИАН, Москва, 119991, Россия
melnik@sci.lebedev.ru

Милёхин Александр Германович
Институт физики полупроводников
им. А. В. Ржанова СО РАН, 630090,
г. Новосибирск, просп. Академика
Лаврентьева, 13
Новосибирский государственный
университет, ул. Пирогова, 2,
г. Новосибирск, 630090
milekhin@isp.nsc.ru

Мионов Евгений Владимирович
Сибирский Федеральный
Университет, Россия
korets1947@rambler.ru

**Михашонок Наталья
Владимировна**
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 690036, Россия
vines91@mail.ru

Моисеенко Василий Николаевич
Днепропетровский национальный
университет им. Олеся Гончара,
Днепропетровск, 49010, Украина
vnmois@yandex.ru

Молокеев Максим Сергеевич
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 660036, Россия
msmolokeev@mail.ru

Мороз Татьяна Николаевна
Институт геологии и минералогии
СО РАН, Новосибирск, 630090,
Россия
moroz@igm.nsc.ru

Мосенков С.И.
Институт катализа
им. Г.К. Борескова Сибирского
отделения РАН, пр. академика
Лаврентьева 5, Новосибирск,
630090, Россия

Мухортов Владимир Михайлович
Южный научный центр РАН,
Ростов-на-Дону, 344006, Россия

Мысливец Сергей Александрович
Институт физики СО РАН,
Красноярск, Россия
sam@iph.krasn.ru

**Никифоров Анатолий
Елеферьевич**
Уральский федеральный
университет, Екатеринбург, 620002,
Россия
vladimir.chernyshev@usu.ru

**Образцова Екатерина
Александровна**
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова, РАН, Москва
119991, Россия
al-e.a.obraztsova@gmail.com

Образцова Елена Дмитриевна
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова, РАН, Москва
119991, Россия
elobr@mail.ru

Обрядина Екатерина Юрьевна
ФБГУН Институт химии и
технологии редких элементов и
минерального сырья КНЦ РАН,
Апатиты, 184209, Россия
tepl_na@chemy.kolasc.net.ru

**Окотруб Константин
Александрович**
Институт Автоматики и
Электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
okotrubk@gmail.com

Орешонков Александр Сергеевич
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 660036, Россия
orëshonkov@iph.krasn.ru

Орлович Валентин Антонович
Институт физики
им. Б.И. Степанова НАН Беларуси,
Минск, 220072, Беларусь
a.vodchiits@dragon.bas-net.by

Павловский Максим
Институт физики им. Л.В.
Киренского СО РАН,
Академгородок, 50, строение № 38,
г. Красноярск, 660036, Россия
zvi@iph.krasn.ru

Палатников Михаил Николаевич
ФБГУН Институт химии и
технологии редких элементов и
минерального сырья КНЦ РАН
Апатиты, 184209, Россия
tepl_na@chemy.kolasc.net.ru

Переведенцева Е.В.
Физический институт
им. П.Н. Лебедева РАН, Москва,
Россия
lelya.reshma@mail.ru

Петров Владислав Павлович
Уральский федеральный
университет, Екатеринбург, 620002,
Россия
vladimir.chernyshev@usu.ru

Пляшечник Ольга Сергеевна
Физический институт
им. П.Н. Лебедева РАН, Москва,
Россия
lelya.reshma@mail.ru

Подгорных Николай Михеевич
Институт геологии и минералогии
СО РАН, Новосибирск, 630090,
Россия
moroz@igm.nsc.ru

Пожаров А.С.
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, Москва,
119991, Россия
asp1q@bk.ru

Позднякова Т.А.
Сибирский Федеральный
Университет, г. Красноярск,
maler@akadem.ru

Покровский Л.Д.
Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН,
пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск

Пономарчук Виктор Антонович
Институт геологии и минералогии
СО РАН, Новосибирск, 630090,
Россия
moroz@igm.nsc.ru

Поносов Юрий Сергеевич
Институт физики металлов УрО
РАН, Екатеринбург, 620990, Россия
ponosov@imp.uran.ru

Попова Валерия Андреевна
Институт Автоматики и
Электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
lab21@iae.nsk.su

Пугачев Алексей Маркович
Институт автоматики и
электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
apg@iae.nsk.su

Рабданов Камиль Шахриевич
Аналитический центр
коллективного пользования ДНЦ
РАН и Институт физики
им. Х.И. Амирханова ДНЦ РАН,
ул. М. Ярагского, 94, Махачкала,
367003, Россия
rksh83@mail.ru

**Рабчевский Евгений
Владимирович**
Институт химии и химической
технологии, КНЦ СО РАН
Красноярск, Россия

Раевская Светлана Игоревна
Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
yuzyuk@rambler.ru

Раевский Игорь Павлович
Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
yuzyuk@rambler.ru

Разумная Анна Григорьевна
Физический факультет Южного
федерального университета,
344090, Россия
vitorgashev@rambler.ru

Распопин Кирилл Сергеевич
пр-кт ак. Коптюга 1а, Новосибирск,
630090, Россия
inversions@inbox.ru

Рогинский Евгений Михайлович
Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе РАН,
Санкт-Петербург, 194021, Россия
e.roginskii@mail.ioffe.ru

Родякина Екатерина Евгеньевна
Институт физики полупроводников
им. А. В. Ржанова СО РАН, просп.
Академика Лаврентьева, 13,
г. Новосибирск, 630090
milekhin@isp.nsc.ru

Рошаль Сергей Бернадович
Физический факультет Южного
федерального университета,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
rochal_s@yahoo.fr

Рудыч Павел Дмитриевич
Институт автоматизации и
электротехники СО РАН,
Новосибирск, 630090, Россия
rudyach@ngs.ru

**Саватеева-Попова Елена
Владимировна**
Институт физиологии
им. И.П. Павлова РАН,
Санкт-Петербург, 199034, Россия
esavvateeva@mail.ru

Свербиль Павел Петрович
Физический институт
им. П.Н. Лебедева РАН, Москва,
119991, Россия
gorelik@sci.lebedev.ru

Свешникова Лариса Леонидовна
Институт физики полупроводников
им. А. В. Ржанова СО РАН, просп.
Академика Лаврентьева, 13,
г. Новосибирск, 630090
milekhin@isp.nsc.ru

Сидоров Николай Васильевич
ФГБУН институт химии и
технологии редких элементов и
минерального сырья
им. И.В. Тананаева Кольского
научного центра РАН, Апатиты,
Мурманская обл., 184209, Россия
sidorov@chemistry.kolasc.net.ru

Смирнов Борис Михайлович
Санкт-Петербургский
государственный университет,
Санкт-Петербург, 1990034, Россия

**Соболь Александр
Александрович**
Институт общей физики РАН,
Москва, 119991, Россия
sobol@lst.gpi.ru

Спицин Б.В.
Институт физической химии и
электрохимии им. А.Н. Фрумкина
РАН, Москва, Россия

Стрельцов Сергей Владимирович
Уральский федеральный
университет, Екатеринбург, 620002,
Россия
streltsov@imp.uran.ru

**Суровцев Николай
Владимирович**
Институт автоматики и
электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 690090, Россия
lab21@iae.nsk.su

**Теплякова Наталья
Александровна**
ФГБУН Институт химии и
технологии редких элементов и
минерального сырья КНЦ РАН,
Апатиты, 184209, Россия
tepl_na@chemistry.kolasc.net.ru

Терентьев Константин Юрьевич
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 690036, Россия
vines91@mail.ru

Торгашев Виктор Иванович
Физический факультет Южного
федерального университета,
344090, Россия
vitorgashev@rambler.ru

Точилин Сергей Дмитриевич
Запорожский национальный
технический университет,
Запорожье, 69063, Украина
tochno@inbox.ru

Троценко Василий Геннадьевич
Физический факультет Южного
федерального университета,
344090, Россия
vitorgashev@rambler.ru

Трусов Михаил Александрович
AIST-NT, Зеленоград, 124460,
Россия
michael.trusov@gmail.com

Тютюнник Александр Петрович
Институт химии твердого тела УрО
РАН, Екатеринбург, 620990, Россия
ivanleonidov@ihim.uran.ru

Федотов Павел Владимирович
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова, РАН, Москва
119991, Россия
al-fedotpavel@mail.ru

Чернега Николай Владимирович
Физический институт
им. П. Н. Лебедева РАН, Москва,
119991, Россия
akudr@sci.lebedev.ru

Чернов Александр Игоревич
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова, РАН, Москва
119991, Россия
al-chernov@mail.ru

Чернышев Владимир Артурович
Уральский федеральный
университет, Екатеринбург, 620002,
Россия
vladimir.chernyshev@usu.ru

**Шайхутдинов Кирилл
Александрович**
Институт физики СО РАН,
Красноярск, 690036, Россия
vines91@mail.ru

Шелягин Роман Владимирович
Омский научный центр СО РАН,
Омск, 644024, Россия
kan@obisp.oscsbras.ru

Широков Владимир Борисович
Южный научный центр РАН,
Ростов-на-Дону, 344006, Россия

Широков Филипп Владимирович
Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
yuzyuk@rambler.ru

Шкирин А. В.
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН,
ул. Вавилова, 38, 119991, Москва
AVShkirin@mephi.ru

Шкуратов Валерий Яковлевич
Московский государственный
технический университет
радиотехники, электроники и
автоматики (МГТУ МИРЭА),
117454, Россия
aabush@yandex.ru

Шуваева М.А.
Институт катализа
им. Г.К. Борескова Сибирского
отделения РАН, пр. академика
Лаврентьева 5, Новосибирск,
630090, Россия

Шукшин Владислав Евгеньевич
Институт общей физики
им. А.М. Прохорова РАН, Москва,
119991, Россия
shukshinve@lst.gpi.ru

Шур Владимир Яковлевич
Лаборатория сегнетоэлектриков,
НИИ ФПМ, Уральский
федеральный университет,
Екатеринбург, 620000, Россия
vladimir.shur@usu.ru

Юзюк Юрий Иванович
Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 344090, Россия
yuzyuk@rambler.ru

Юрков Александр Сергеевич
Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе РАН,
Санкт-Петербург, 194021, Россия
e.roginskii@mail.ioffe.ru

**Яничев Александр
Александрович**
ФГБУН институт химии и
технологии редких элементов и
минерального сырья
им. И.В. Танаева Кольского
научного центра РАН, Апатиты,
Мурманская обл., 184209, Россия
sidorov@chemistry.kolasc.net.ru

Компания **ЗАО «НАЙТЕК Инструментс»** успешно работает на российском рынке с 2003 года. Сфера нашей деятельности – поставка и сервисное обслуживание качественного научного и аналитического оборудования, а также комплектующих и расходных материалов. Мы являемся эксклюзивным дистрибьютором группы компаний **HORIBA Scientific**, мирового лидера по производству аналитического и научного оборудования, владеющего широко известными брендами Jobin Yvon, SPEX, Dilor. Приборы этих брендов поставляются в лаборатории России/СССР уже более 30 лет. Много лет с успехом эксплуатируется Рамановский (КР) спектрометр Т64000 в Институте физики им. Л.В. Киренского, Красноярск.

Нашими заказчиками являются ведущие российские исследовательские центры, институты РАН, ведущие государственные высшие учебные заведения: МГУ, МИСИС, ВНИИОФИ, ИОФ им. Прохорова, СПГУ, СПГПУ, БФУ им. И. Канта, НГУ, ТПУ; органы судебно-медицинской экспертизы, ФМБА, Гохран, Гознак, Концерн «Росатом», Норильский Никель, Евраз-Холдинг, Золотодобывающая компания ПОЛЮС и многие другие.

На сегодняшний день мы представляем как хорошо знакомое оборудование, так и приборы нового поколения:

Рамановский (КР) спектрометр HORIBA LabRam HR Evolution – новая версия самого популярного в России прибора научного класса.



Современное программное обеспечение LabSpec 6 позволяет настроить систему под любую задачу пользователя. Интегрированный конфокальный микроскоп регистрирует спектры с высоким пространственным разрешением. При необходимости интегрируется с атомно-силовым микроскопом (TERS).



Рамановский (КР) инновационный спектрометр HORIBA XploRa – легкий и удобный в эксплуатации прибор; позволяет быстро получить высококачественные результаты, даже если пользователь ранее не работал с Рамановскими (КР) спектрометрами. Основные функции, включая смену лазеров и картографирование, автоматизированы.

Рамановский (КР) спектрометр HORIBA T64000 –

уникальный исследовательский прибор, пользующийся заслуженным уважением российских научных специалистов.

Сочетает высочайшее спектральное разрешение с возможностью получения спектра вплотную к линии возбуждения. Модульная система позволяет быстро оптимизировать прибор для решения широкого круга задач при проведении инновационных исследований.



Рамановский портативный спектрометр RIGAKU Xantus 785/1064 – уникальный прибор, который за счет применения двух лазеров разных длин волн позволяет решить проблемы флуоресценции объекта.

Сканирующий зондовый микроскоп AIST-NT SmartSPM – полностью автоматизированный универсальный прибор с современной системой высокоскоростного сканирования.



Сканирующий зондовый микроскоп AIST-NT CombiScope – современный инструмент исследования, который прекрасно сочетает преимущества оптической, в том числе конфокальной, и атомно-силовой микроскопии. Оптимален для работы в жидкости, в задачах биологии, химии.

Сканирующий зондовый микроскоп AIST-NT OmegaScope –

специально разработанная комбинированная система, объединяющая современные сканирующий зондовый и Рамановский (КР) микроскопы. Идеальное решение для TERS экспериментов.



Контактная информация

141700, Московская область, г. Долгопрудный, ул. Дирижабельная, 15а
т/ф. (495) 661-06-81, e-mail: nytek@nytek.ru, www.nytek.ru

Всероссийская конференция
«Комбинационное рассеяние – 85 лет исследований»
и 4-й Сибирский семинар
«Спектроскопия комбинационного рассеяния света»

Тезисы докладов

Научное издание

Сдано в набор 01.08.13. Подписано в печать 13.08.13
Формат 60×90/16, Гарнитура Times New Roman
Объем 4,6 усл. печ. л. Заказ № 22, Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии Института физики СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок 50/38