



Объединенный ученый совет СО РАН
по нанотехнологиям и информационным технологиям

Отчет
по базовым программам
по нанотехнологиям
II.6.3., II.7.3., II.7.4., II.7.5., II.13.5., V.37.3

А.В. Латышев, Н.Н. Коваль

Заседание Объединенного ученого совета СО РАН
по нанотехнологиям и информационным технологиям

9 декабря 2010 г



- ❑ **Приоритетное направление II.6. Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости**
- ❑ **Приоритетное направление II.7. Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также метаматериалы**
- ❑ **Приоритетное направление II.13. Современные проблемы ядерной физики, в том числе физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий, включая физику нейтрино и астрофизические и космологические аспекты, а также физики атомного ядра, физики ускорителей заряженных частиц и детекторов, создание интенсивных источников нейтронов, мюонов, синхротронного излучения и их применения в науке, технологиях и медицине**
- ❑ **Приоритетное направление V.37. Современные проблемы химии материалов, включая наноматериалы**



- ❑ **Программа II.6.3.** Комплексная нанодиагностика систем пониженной размерности, нанолитография и нанометрология (координатор чл.-к. РАН [А.В. Латышев](#))
- ❑ **Программа II.7.3.** Перспективные полупроводниковые материалы нанoeлектроники и нанофотоники (координатор чл.-к. РАН [А.В. Двуреченский](#))
- ❑ **Программа II.7.4.** Наноструктурные слои и покрытия: оборудование, процессы, применение (координатор д.т.н. [Н. Н. Коваль](#))
- ❑ **Программа II.7.5.** Функциональные материалы и структуры для приборов твердотельной техники. Электроника, оптика, системы памяти, сенсоры (координатор ак. РАН [Ф.А. Кузнецов](#))
- ❑ **Программа II.13.5.** Диагностика био- и наноструктур методами СИ и терагерцового излучения на электронных пучках (координатор д.ф.-м.н. [Н.А. Мезенцев](#))
- ❑ **Программа V.37.3.** Синтез и диагностика объемных наноразмерных и наноструктурированных материалов (координаторы чл.-к. РАН [В.И. Бухтияров](#) Синтез и диагностика объемных

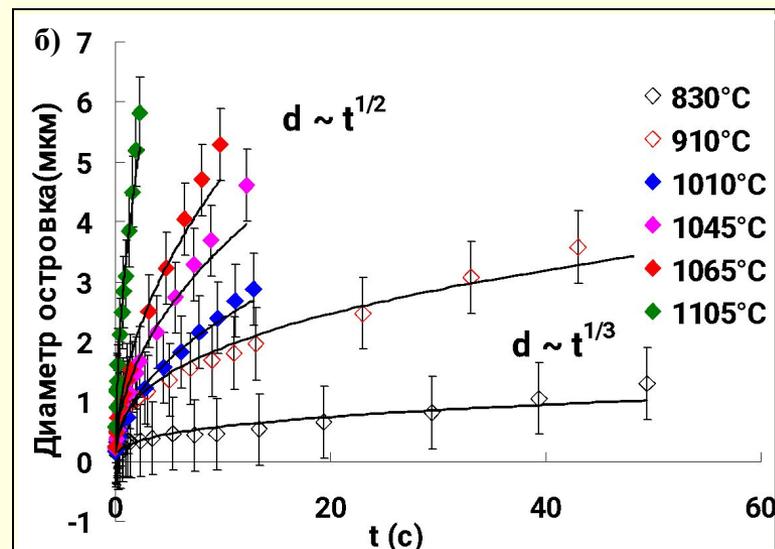
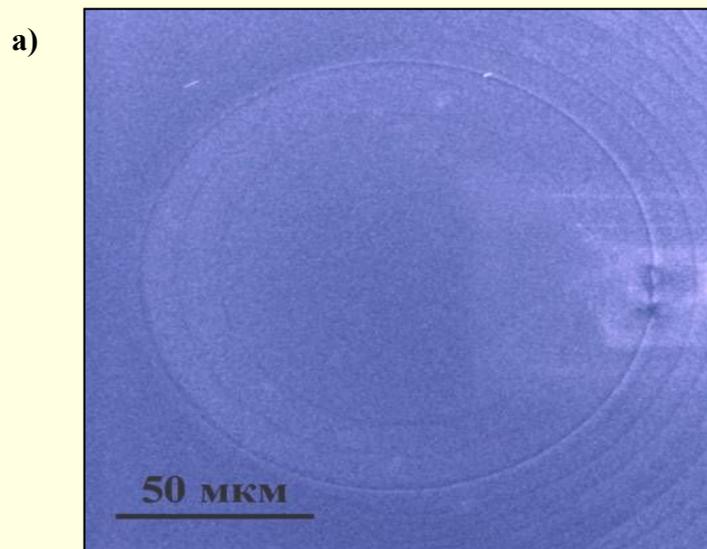


Программа П.6.3. Комплексная нанодиагностика систем пониженной размерности, нанолитография и нанометрология координатор чл.-к. РАН [А.В. Латышев](#))

- **Проект 6.3.1.** Методы создания и структурно-химической диагностика на атомарном уровне полупроводниковых систем пониженной размерности (научный руководитель чл.-к. РАН [А.В. Латышев](#) Методы создания и структурно-химической диагностика на атомарном уровне полупроводниковых систем пониженной размерности (научный руководитель чл.-к. РАН А.В. Латышев, [ИФП СО РАН](#))
- **Проект 6.3.2.** Нанодиагностика и исследование механизмов молекулярно-лучевой эпитаксии квантово-размерных структур на основе кремния, германия и соединений АЗВ5, включая нитриды металлов третьей группы (научный руководитель д. ф.-м.н. [О.П.Пчеляков](#) Нанодиагностика и исследование механизмов молекулярно-лучевой эпитаксии квантово-размерных структур на основе кремния, германия и соединений АЗВ5, включая нитриды металлов третьей группы (научный руководитель д. ф.-м.н. О.П.Пчеляков, [ИФП СО РАН](#))
- **Проект 6.3.3.** Оптическая диагностика полупроводниковых квантово-размерных наноструктур с высоким пространственным разрешением (научные руководители к.ф.-м.н. А.И. Торопов, А.М. Гишинский, [ИФП СО РАН](#))
- **Проект 6.3.4.** Мультиспектральный анализ систем пониженной размерности, лазерная нанолитография и нанометрология асферических поверхностей (научный руководитель д. т.н. О.И. Потатуркин, [ИАиЭ СО РАН](#))
- **Проект 6.3.5.** Разработка и исследование бесконтактных прецизионных элементов и систем контроля поверхности с наноразрешением (научный руководитель к.т.н. [А.](#)

Формирование широких атомно-гладких террас на поверхности кремния (111)

На основе экспериментальных (in situ) исследований кинетики разрастания концентрических двумерных отрицательных островков разработан способ создания на поверхности кремния (111) широких (130 мкм) атомно-гладких террас. С помощью ионно-лучевого травления низкоэнергетичными ионами аргона и последующего термического отжига в сверхвысоком вакууме на поверхности подложки кремния (111) формировались концентрические ступени, ограничивающие отрицательные двумерные островки (рис.1а). Измерена зависимость скорости перемещения концентрических ступеней от температуры в условиях нагрева кристалла постоянным электрическим током.



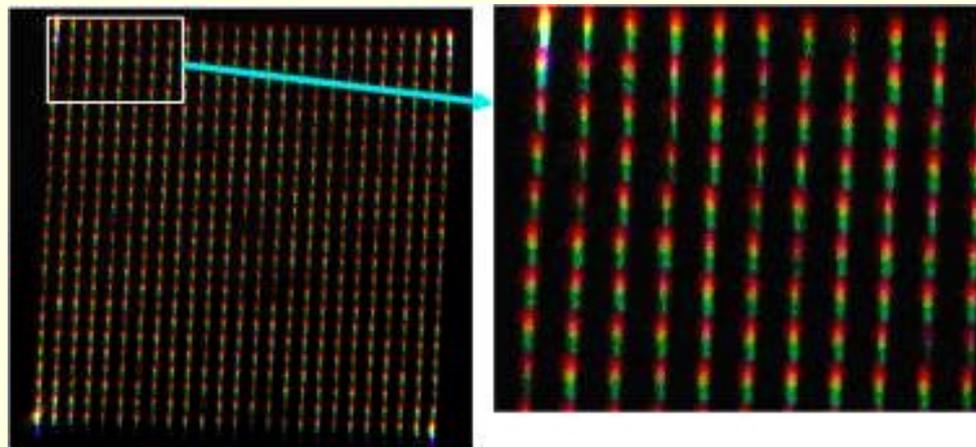
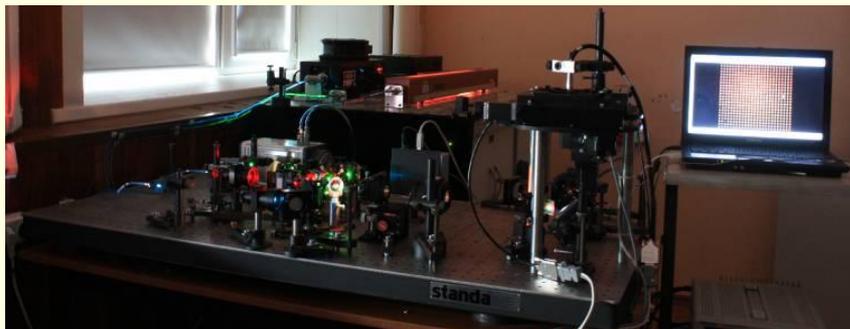
СЭМ-изображение концентрических двумерных отрицательных островков (а) и зависимость диаметра d островка от времени t при различных температурах (б).

Разработка оптической схемы и автоматизированных узлов конфокальной системы сбора многоспектральной информации в схеме с параллельными зондирующими лучами

В.П. Бессмельцев

Разработана оптическая система многоканального (625 пучков) освещения и параллельного приема мультиспектрального излучения флюоресценции для микрочипов параллельной ДНК секвенции с использованием метода детектирования сигналов от одиночных молекул. Спроектирован, создан и экспериментально испытан макет конфокальной системы сбора многоспектральной информации в схеме с параллельными зондирующими лучами.

Освещающая матрица пучков (25x25) с размером каждого не более 0.8 мкм после фильтрации на диафрагме формируется на трех длинах волн (488, 532, 638 нм) в плоскости высокоапертурного объектива. Освещаемая зона секвенирования микрочипа имеет размеры 120x120 мкм. 25x25 микрореакторов (наноклодцев) размером 100 нм в диаметре и 100 нм глубиной сформированы в алюминиевой пленке на кварцевой подложке с шагом 5x5 мкм.



Институт автоматики и электрометрии СО РАН «Терагерцовый спектрометр с субпикосекундным разрешением на базе фемтосекундного волоконного лазера»

Разработан и создан малогабаритный терагерцовый (ТГц) спектрометр на базе фемтосекундного волоконного лазера с применением методов оптической генерации (эффект оптического выпрямления в кристаллах ZnTe и фотоэффект Дембера в полупроводнике InAs) и поляризационно-оптической регистрации (электрооптический эффект Поккельса в кристаллах ZnTe) ТГц излучения.

Спектральный диапазон, ТГц	– 0,2÷2,5
Спектральное разрешение, ГГц	– 10
Динамический диапазон по напряженности ТГц поля, до	– 500
Длительность ТГц импульсов, пс	– 50÷100

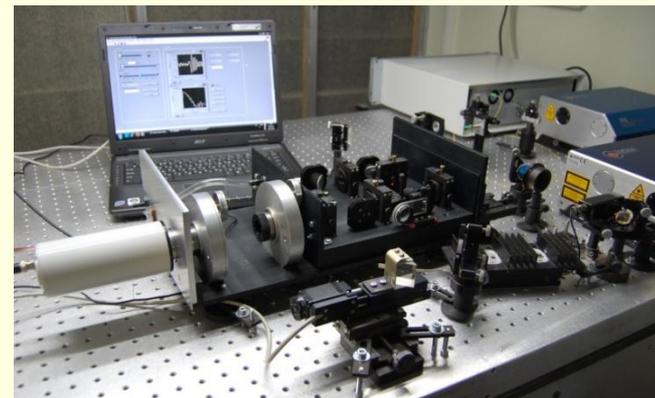
ТГц спектрометр предназначен для:

- исследования полупроводниковых материалов и структур, в т.ч. систем пониженной размерности, без нарушения их функционирования;
- изучения внутренней структуры и идентификации сложных биологических молекул (аминокислот, полипептидов, белков, ДНК и РНК);
- неинвазивной диагностики, в т.ч. в медицине;
- обнаружения веществ.

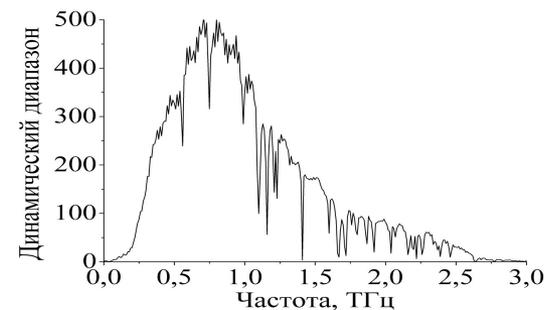
Предложена методика расчета комплексного показателя преломления материалов по их ТГц спектрам.

Экспериментально определены спектральные зависимости показателей преломления и коэффициентов поглощения кристаллов германата свинца $Pb_5Ge_3O_{11}$ (PGO) и бета-бората бария $\beta-BaV_2O_4$ (β -BVO).

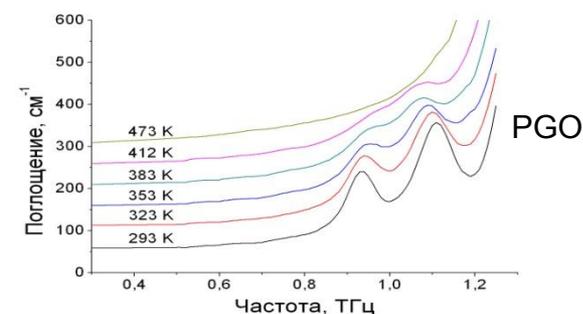
Выявлены закономерности трансформации ТГц фоновонного поглощения в кристаллах PGO в зависимости от температуры.



ТГц спектрометр на пропускание



Передаточная функция ТГц спектрометра
(в атмосфере)

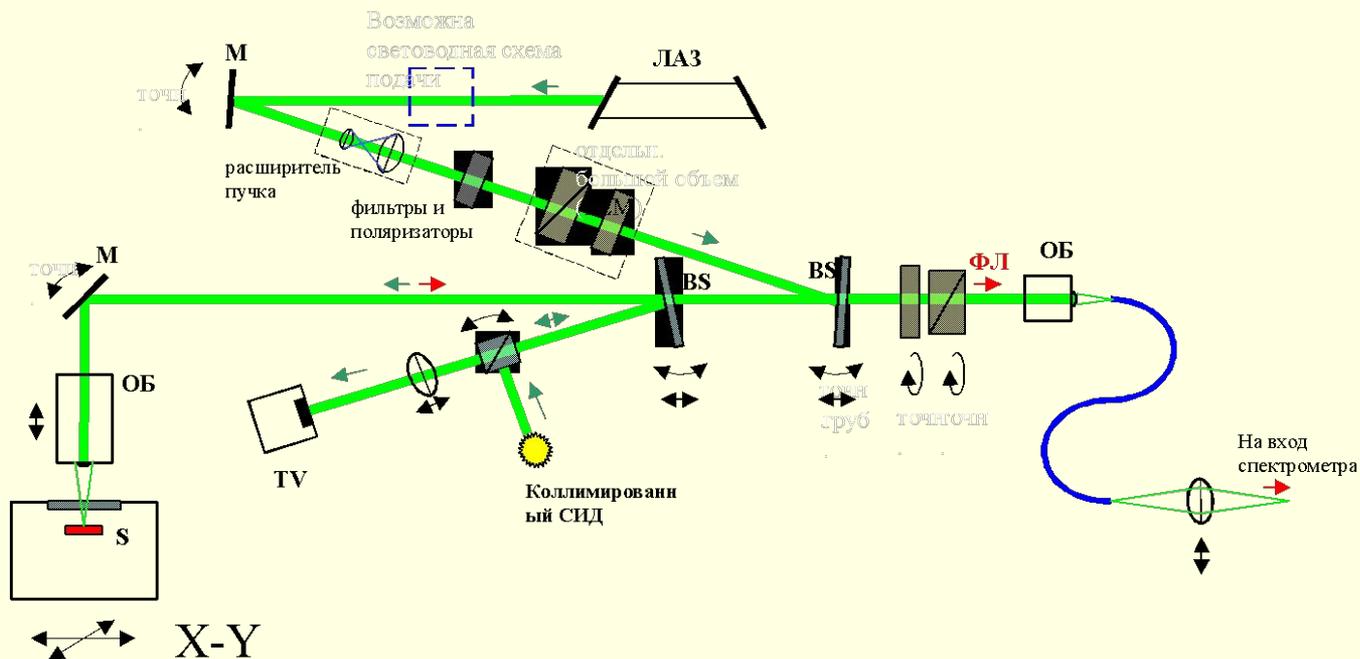


Трансформация ТГц фоновонного поглощения

Разработка установки низкотемпературной микро-фотолюминесценции

А.М.Гилинский, А.И. Торопов

Разработана конструкция оптической схемы установки, обеспечивающая проведение низкотемпературных измерений с высоким пространственным разрешением и высокой эффективностью сбора люминесцентного излучения исследуемого образца. Особенностью разработанной конструкции является возможность использования поляризационно-чувствительной регистрации, необходимой при проведении исследования спин-зависимых эффектов в нанообъектах. Разработанная схема предусматривает использование световода для подачи люминесцентного излучения в спектрометр, используемый для анализа спектра люминесценции. Создана криостатная система, обеспечивающая визуализацию исследуемого образца при его охлаждении до гелиевых температур с возможностью прецизионного перемещения образца.



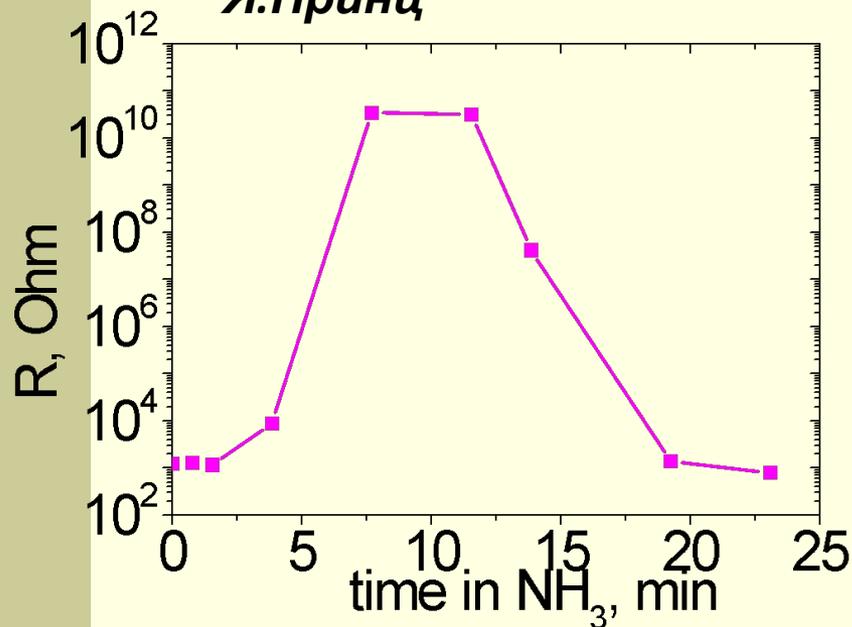


Программа П.7.3. Перспективные полупроводниковые материалы нанoeлектроники и нанофотоники (координатор чл.-к. РАН [А.В. Двуреченский](#))

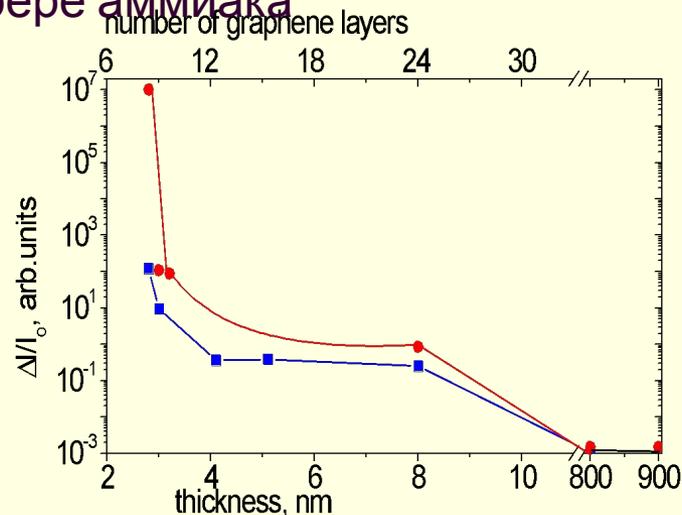
- **Проект 7.3.1.** Плотные и разреженные ансамбли квантовых точек в полупроводниковых наноструктурах (научный руководитель чл.-к. РАН [А.В. Двуреченский](#)) Плотные и разреженные ансамбли квантовых точек в полупроводниковых наноструктурах (научный руководитель чл.-к. РАН А.В. Двуреченский, [ИФП СО РАН](#))
- **Проект 7.3.2.** Эпитаксиальные слои халькогенидов свинца на кремнии для тепловизионных устройств нового типа (научный руководитель д.ф.-м.н. А.Э. Климов, [ИФП СО РАН](#))
- **Проект 7.3.3.** Исследование оптических свойств нанокристаллов и нанопористых материалов в условиях плазмонного резонанса (научные руководители д.ф.-м.н. А.Г. Милёхин, к.х.н. О.И.Семенова, [ИФП СО РАН](#))
- **Проект 7.3.4.** Создание и исследование новых полупроводниковых и графеновых наноструктур, материалов и метаматериалов для фотоники, плазмоники и электроники (научный руководитель д.ф.-м.н. В.Я.Принц, [ИФП СО РАН](#))
- **Проект 7.3.5.** Исследование особенностей транспорта в низкоразмерных квантовых системах, включая спиновый транспорт (научный руководитель д.ф.-м.н. В.Е. Архинчеев, [ОФП БНЦ СО РАН](#))

Эффект переключения проводимости многослойных ($n < 10$) графеновых пленок при адсорбции аммиака

И.В. Антонова, С.В. Мутилин, В.А. Селезнев, Р.А. Соотс, В. Я. Принц



Переключение проводимости в графеновой пленке толщиной 3 нм в атмосфере аммиака



Обнаружен эффект переключения проводимости на 6-7 порядков. Предложена модель процессов, объясняющая данный эффект. Модель основана на формировании р-п-переходов на границах блоков в графене при легировании аммиаком. Эффект перспективен для применения в наноэлектронике и фотонике.

Зависимость величины эффекта от толщины пленок (или количества слоев графена)

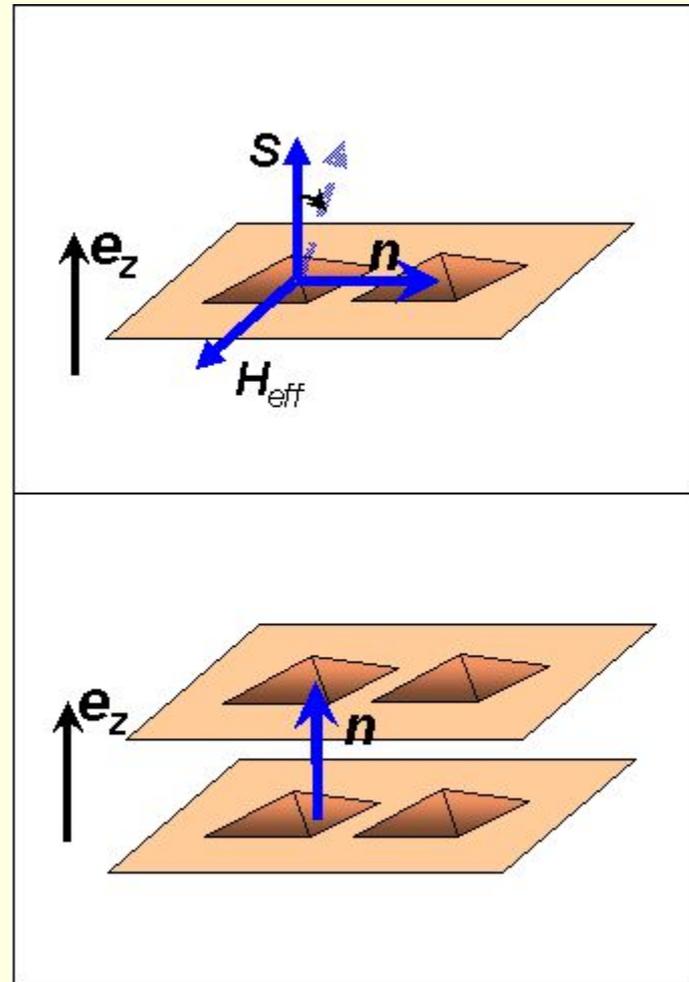
Анизотропное обменное взаимодействие в структурах с Ge/Si квантовыми точками

А.Ф. Зиновьева, А.В. Ненашев, А.В. Двуреченский

Выявлен вклад анизотропного обменного взаимодействия в процессы спиновой релаксации в двумерных массивах Ge/Si квантовых точек.

Найдены условия и пространственная конфигурация квантовых точек, для которых анизотропное обменное взаимодействие не дает вклада в декогеренцию спиновых состояний.

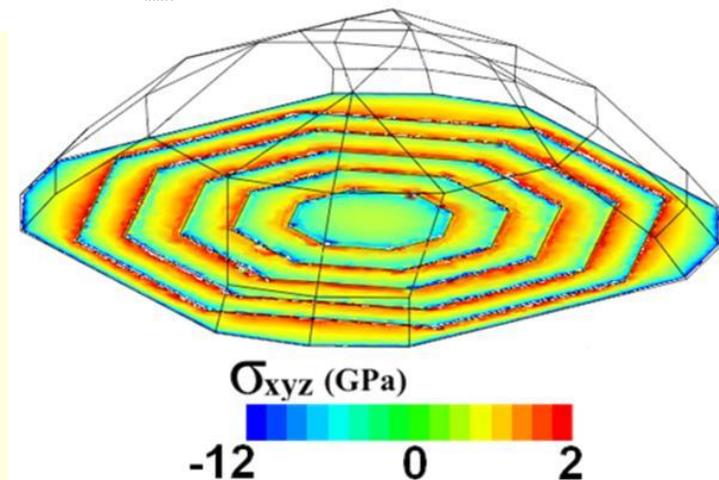
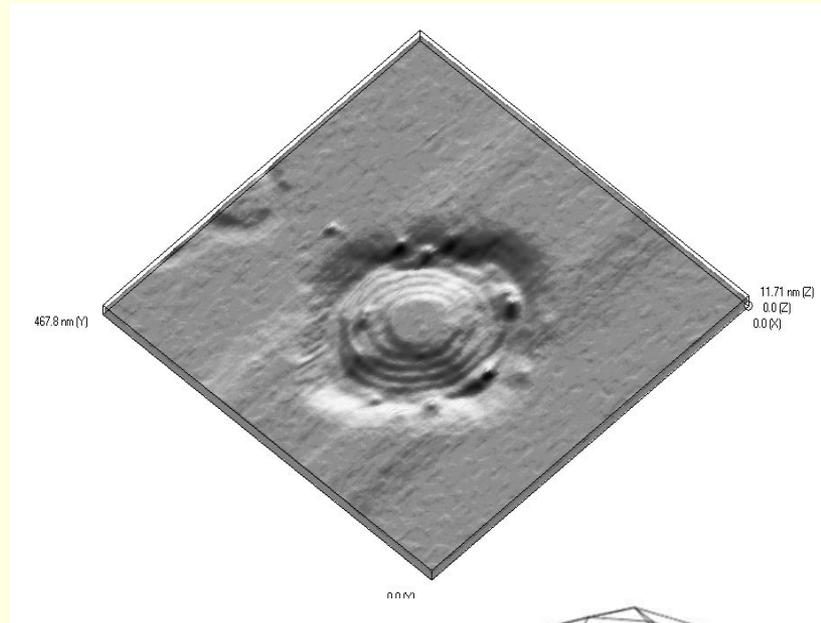
Такая конфигурация квантовых точек может быть применена для построения элементной базы квантовых логических операций.



Зарождение и самоорганизация дислокаций в трёхмерных островках, формируемых в процессе гетероэпитаксии Ge/Si(100)

*В.А. Зиновьев, Ж.В. Смагина, П. А. Кучинская, В.А. Армбрустер,
A. Marzegalli, F. Boioli, R. Gatti, F. Montalenti, L. Miglio*

Показано, что рельеф границы раздела трёхмерных GeSi островков, содержащих дислокации, с подложкой Si(100) представляет собой упорядоченную структуру в виде концентрических колец, отражающих зарождение в островке каждой новой дислокации. Период кольцевой структуры характеризует среднее расстояние, на которое успевает вырасти боковая граница островка между двумя последовательными актами зарождения дислокаций в островке. Центральная часть, «плато», указанной структуры соответствует размеру основания когерентного островка непосредственно перед зарождением в нём первой дислокации.



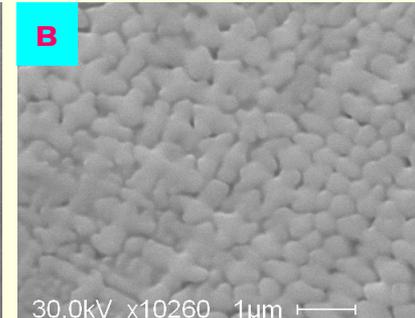
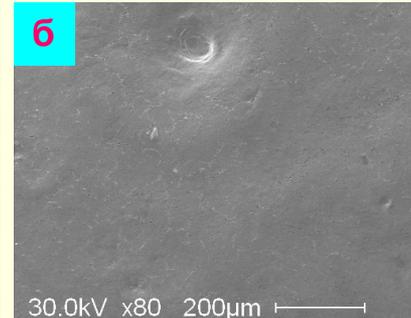
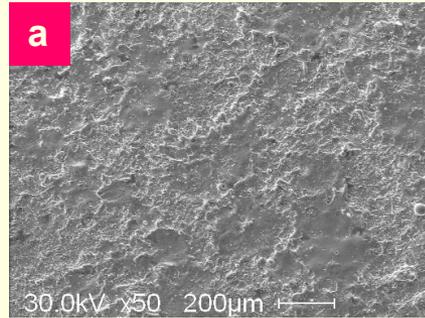
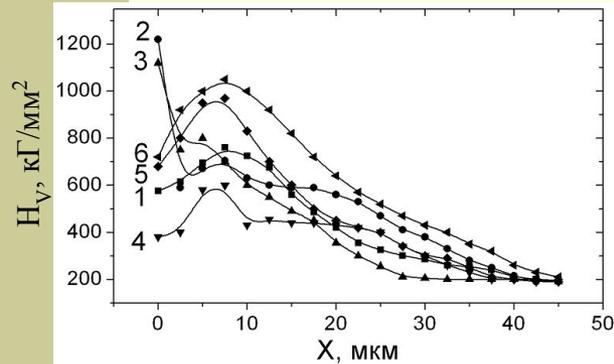


Программа П.7.4. Наноструктурные слои и покрытия: оборудование, процессы, применение
(координатор д.т.н. [Н. Н. Коваль](#))

- **Проект 7.4.1.** Научные основы разработки электронно-ионно-плазменного оборудования для создания наноструктурных слоев и покрытий (научный руководитель д.т.н. [Н. Н. Коваль](#) Научные основы разработки электронно-ионно-плазменного оборудования для создания наноструктурных слоев и покрытий (научный руководитель д.т.н. Н. Н. Коваль, [ИСЭ СО РАН](#))
- **Проект 7.4.2.** Исследование закономерностей и механизмов электронно-ионно-плазменного формирования наноструктурных слоев и покрытий (научный руководитель д.ф-м. н. Ю. Ф. Иванов, [ИСЭ СО РАН](#))
- **Проект 7.4.3.** Процессы образования поверхностных наноструктурных слоев и покрытий боридов и карбидов при интенсивном воздействии электронным пучком (научный руководитель д.т.н. Н.Н.Смирнягина, [ОФП БНЦ СО РАН](#))

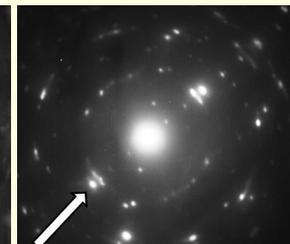
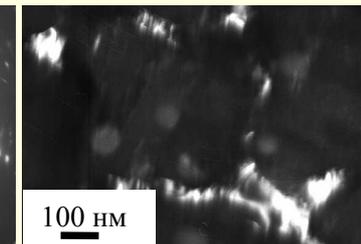
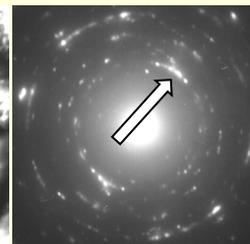
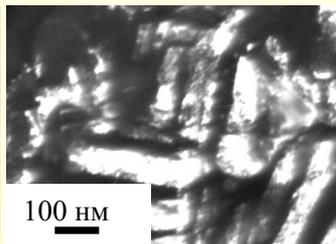
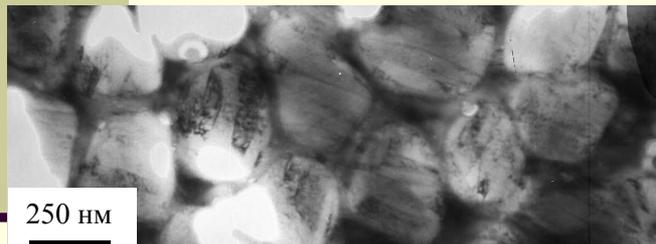
Институт сильноточной электроники СО РАН

Формирование нанокристаллической многофазной структуры на поверхности стали 45 при электровзрывном легировании медью и последующей электронно-пучковой обработке



Профили микротвердости стали 45 ($E_s = 20$ Дж/см²; $\tau = 50$ мкс; $f = 0,3$ Гц)

Поверхность стали 45 после электровзрывного легирования (а) и после обработки электронным пучком (б, в). Сканирующая электронная микроскопия



Структура поверхностного слоя стали 45 после легирования медью и облучения электронным пучком. Просвечивающая электронная микроскопия

Осуществлено электровзрывное легирование (ЭВЛ) медью и последующая электронно-пучковая обработка (в широком интервале параметров пучка электронов) поверхности стали 45. Показано, что электровзрывное легирование стали медью сопровождается формированием поверхностного слоя толщиной до 20 мкм с повышенными значениями микротвердости. Последующая обработка стали электронным пучком приводит к увеличению микротвердости поверхностного слоя образца (в ~ 2 раза, по отношению к стали, подвергнутой ЭВЛ, и в ~ 6 раз, по отношению к стали исходного состояния). При этом толщина упрочненного слоя практически не изменяется и составляет 20...25 мкм. Показано, что увеличение твердости поверхностного слоя стали обусловлено формированием нанокристаллической многофазной структуры



Программа П.7.5. Функциональные материалы и структуры для приборов твердотельной техники. Электроника, оптика, системы памяти, сенсоры (координатор ак. [Ф.А. Кузнецов](#))

- **Проект 7.5.1.** Развитие методов создания функциональных материалов и структур на их основе. Определение областей их применения (научный руководитель ак. [Ф.А. Кузнецов](#) Развитие методов создания функциональных материалов и структур на их основе. Определение областей их применения (научный руководитель ак. Ф.А. Кузнецов, [ИНХ СО РАН](#))
- **Проект 7.5.2.** Электронная структура и свойства углеродсодержащих наноматериалов (научный руководитель д.ф.-м.н. [А.В. Окотруб](#) Электронная структура и свойства углеродсодержащих наноматериалов (научный руководитель д.ф.-м.н. А.В. Окотруб, [ИНХ СО РАН](#))
- **Проект 7.5.3.** Экспериментальные и теоретические исследования новых функциональных материалов и структур (научный руководитель д.ф.-м.н. [В.Г. Мартынец](#) Экспериментальные и теоретические исследования новых функциональных материалов и структур (научный руководитель д.ф.-м.н. В.Г. Мартынец, [ИНХ СО РАН](#))
- **Проект 7.5.4.** Физико-химические основы разработки и оптимизации процессов получения фаз переменного состава в системах халькогенидных соединений РЗЭ и переходных металлов, как перспективных функциональных материалов (научный руководитель д.х.н. [В.В. Баковец](#) Физико-химические основы разработки и оптимизации процессов получения фаз переменного состава в системах халькогенидных соединений РЗЭ и переходных металлов, как перспективных функциональных материалов (научный руководитель д.х.н. В.В. Баковец, [ИНХ СО РАН](#))
- **Проект 7.5.5.** Лазерные и сцинтилляционные кристаллические материалы: поиск, совершенствование методов и технологий выращивания (научный руководитель ак. [Ф.А. Кузнецов](#) Лазерные и сцинтилляционные кристаллические материалы: поиск, совершенствование методов и технологий выращивания (научный руководитель ак. Ф.А. Кузнецов, [ИНХ СО РАН](#))
- **Проект 7.5.6.** Направленный синтез активных диэлектриков и люминофоров на основе сложнооксидных соединений Mo (VI), W(VI) и В (научные руководители д.х.н. Ж.Г. Базарова, д.х.н. Е.Г. Хайкина, [БИП СО РАН](#))
- **Проект 7.5.7.** Перспективные монокристаллы для фотоники и детектирования ионизирующего излучения (научный руководитель д.т.н. А.Е. Кох, [ИГМ СО РАН](#))
- **Проект 7.5.8.** Условия кристаллизации и реальная структура фаз высокого давления (научные руководители чл.-к. РАН В.С. Шацкий, [ИГМ СО РАН](#) Условия кристаллизации и реальная структура фаз высокого давления (научные руководители чл.-к. РАН В.С. Шацкий, ИГМ СО РАН, д.г.-м.н. Ю.Н. Пальянов, [ИГМ СО РАН](#))
- **Проект 7.5.9.** Кристаллические материалы для твердотельных детекторов, сенсоров элементов и оптических систем; поиск и

Объекты исследования

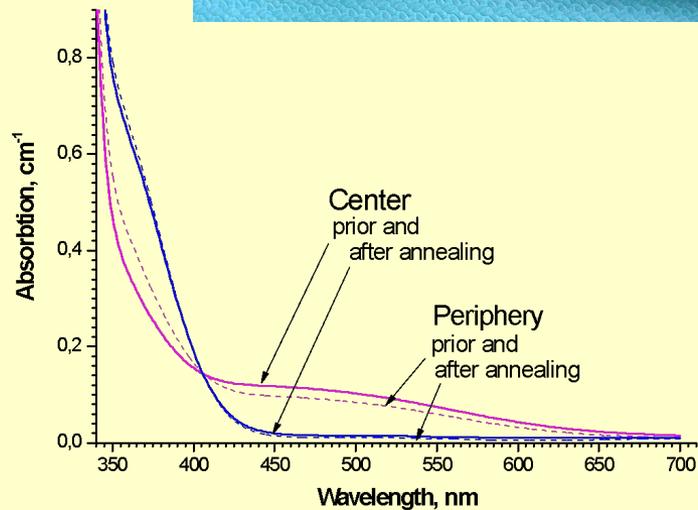
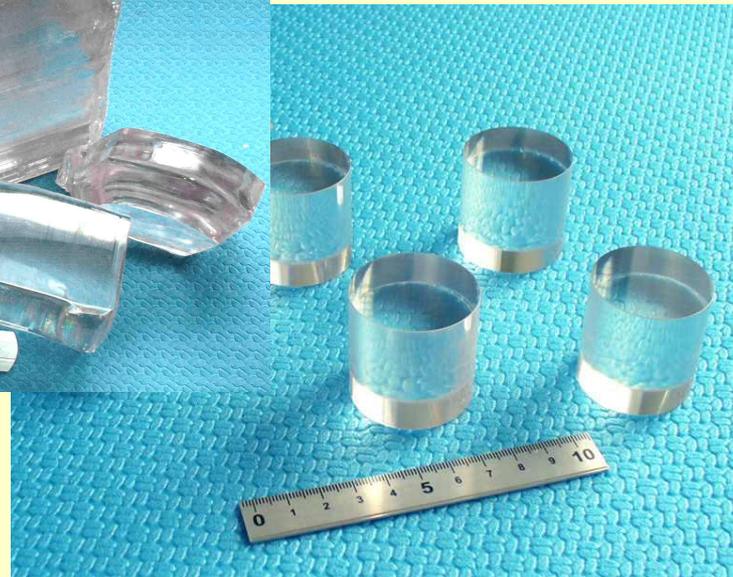
Тип материала	Кристаллы	Область применения	Организация
Кремний	Поликристаллический Монокристаллический Мульти-кристаллический	Электроника Солнечная энергетика	ИНХ ИТ ИГХ
Оксидные соединения	$M_{(1)} M_{(2)} (MoO_4)_3$, $M_{(1)}^{1+} M_{(2)}^{1+} M_{(3)}^{3+} (MoO_4)_4$ $Bi_4Ge_3O_{12}$, $Bi_{12}GeO_2$, $^{116}CdWO_4$, $ZnWO_4$ Тройные и четверные молибдаты BaB_2O_4 , LiB_3O_5	Лазеры Сцинтилляторы Оптические материалы Нелинейная оптика	ИНХ, ИЛФ ИНХ БИП ИГМ
Галогениды и халькогениды	Тв. p-ры $LiGaS_2$ - $LiGaSe_2$, $LiInSe_2$ - $LiGaSe_2$, $LiGaSe_2$ - $LiGaTe_2$ и т.д. KPb_2Br_5 - $RbPb_2Br_5$, KPb_2Cl_5 - $RbPb_2Cl_5$, $RbPb_2Br_5$ – $RbPb_2Cl_5$ CaF_2 , BaF_2 , $SrF_2(Pr)$ Тв. p-ры Li_2S - Ga_2S , $SmSe_{1,9}$, $GeSe_2$ MnS - Gd_2O_3	Нелинейная оптика Лазеры Люминофоры Оптические материалы Термолюминофоры	ИГМ ИГМ ИГХ ИНХ ИНХ
Слои и пленочные структуры	$(HfO_2)_x(Al_2O_3)_y$ BC_xN_y , SiC_xN_y Летучие МОС-предшественники для МOCVD процессов	High-k диэлектрики Low-k диэлектрики, оптические и сверхтвердые покрытия	ИНХ ИНХ ИНХ
Углеродные материалы	Фуллерены, углеродные нанотрубки, композитные материалы Алмазы	Эммитеры, суперконденсаторы, контактные материалы 	ИНХ ИГМ

Статистика

Количество участников	259 (без сотрудников Непомнящий АИ и С. В. Шацкого)
Монографии	2
Статьи, опубликованные и принятые к печати работ в рецензируемых журналах	222
Патенты	19
Доклады на конференциях	271
Участие в оргкомитетах конференций и научных мероприятий	12
Гранты РФФИ, госконтракты, интеграционные проекты, проекты РАН и СО РАН, по которым сотрудники являлись руководителями	51

Выращивание большеразмерных кристаллов $ZnWO_4$

Показана возможность масштабирования режимов, найденных на лабораторной установке, для роста кристаллов $ZnWO_4$ $\varnothing 85$ мм x 200 мм весом более 7 кг.



Кристаллы для использования в проектах по исследованию темной материи переданы в :

- *Institute for Nuclear Res., Kyev*
- *Max Plank Institute (Germany)*
- *INFN (Italy)*

Рост слитков мультикристаллического кремния



Созданы основы проектирования
промышленного массового
производства кремния для нужд
солнечной энергетики

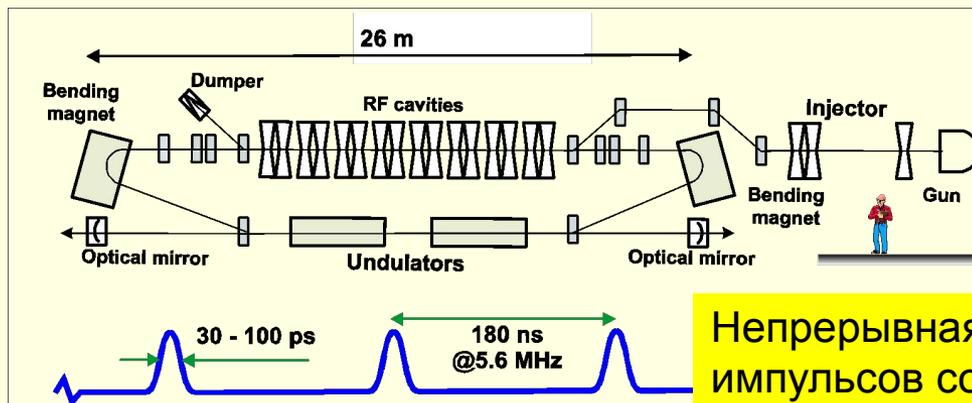




**Программа П.13.5. Диагностика био- и наноструктур методами СИ и терагерцового излучения на электронных пучках
(координатор д.ф.-м.н. Н.А. Мезенцев)**

- **Проект 13.5.1.** Проведение исследований на базе источников СИ ВЭПП-3 и ВЭПП-4 (научный руководитель д.ф.-м.н. Н.А. Мезенцев, [ИЯФ СО РАН](#))
- **Проект 13.5.2.** Фундаментальные исследования с терагерцовым излучением на Новосибирском ЛСЭ (научный руководитель д.ф.-м.н. Б. А. Князев, [ИЯФ СО РАН](#))
- **Проект 13.5.3.** Установление структуры низкопроцентных катализаторов с использованием синхротронного излучения (научный руководитель д.ф.-м.н. Д.И. Кочубей, [ИК СО РАН](#))

Фундаментальные исследования с терагерцовым излучением на Новосибирском ЛСЭ



Непрерывная последовательность импульсов со средней мощностью 200 Вт

Характеристики лазерного пучка:

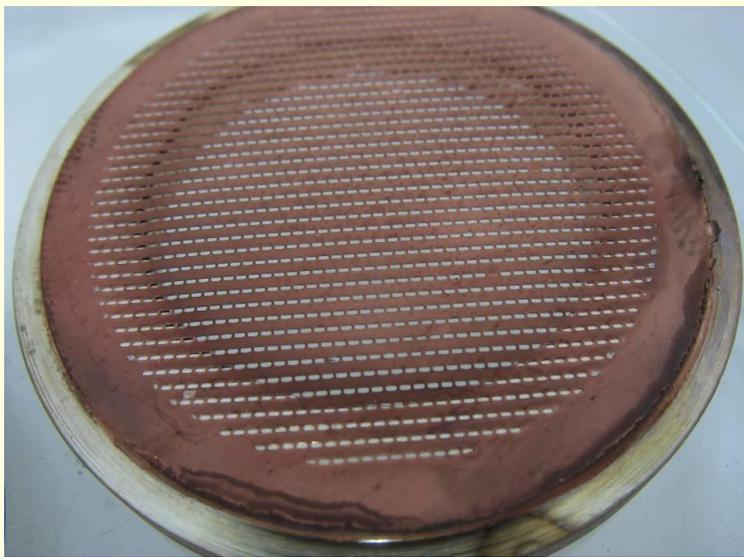
- . Монохроматическое излучение, перестраиваемое в диапазоне 20 – 240 мкм
- . Относительная ширина спектральной линии: (0.3 – 1)%
- . Расхождение пучка: $4 \cdot 10^{-3}$ радиан
- . Угол линейной поляризации: не менее 99.6%

В 2010 году была завершена сборка и проведен запуск второй очереди Новосибирского лазера на свободных электронах (далее ЛСЭ). В настоящее время для пользователей ЛСЭ имеются два источника терагерцового излучения. Первая очередь лазера, запущенная в 2004 году генерирует импульсно-периодическое излучение мощностью до 400 Вт, перестраиваемое в диапазоне 120 – 240 мкм. Вторая очередь, лазерный резонатор на втором треке, генерирует в настоящее время в отладочном режиме излучение в диапазоне 50 – 70 мкм. Ожидается, что в скором времени для пользователей будет доступно излучение в диапазоне 20 – 120 мкм.

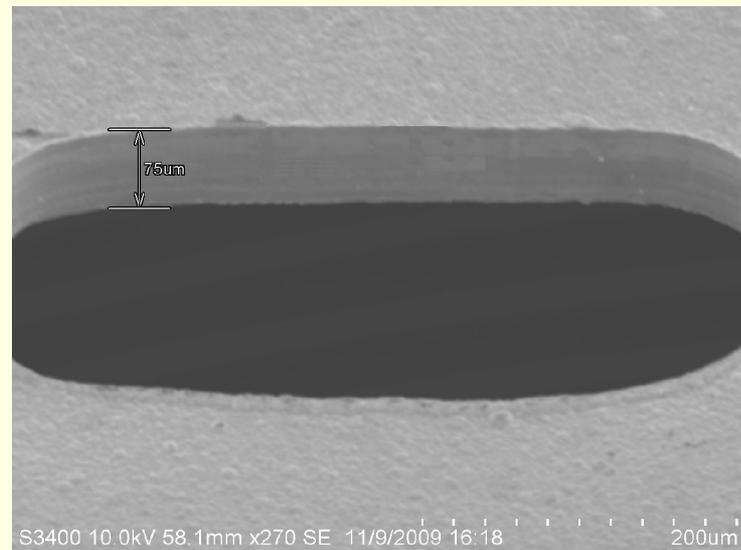
Поскольку новосибирский ЛСЭ имеет мощность на четыре порядка величины превышающую мощность самых интенсивных из существующих в мире источников терагерцового излучения, в 2010 году были проведены исследования и получены результаты, не имеющие аналогов в мире.

Разработка технологии изготовления металлических сеточных структур для частотной и пространственной селекции мощного излучения терагерцового лазера на свободных электронах

В данной работе разработана методика изготовления методами LIGA-технологии свободновисящих металлических сеточных структур с заранее рассчитанными геометрическими параметрами и с размерами элементов в несколько десятков микрометров. Изготовлены тестовые образцы медных сеточных структур диаметром 40 мм и толщиной 75 мкм.



а) Фотография тестового образца свободно висящей медной сеточной структуры диаметром 40 мм и толщиной сетки 75 мкм.



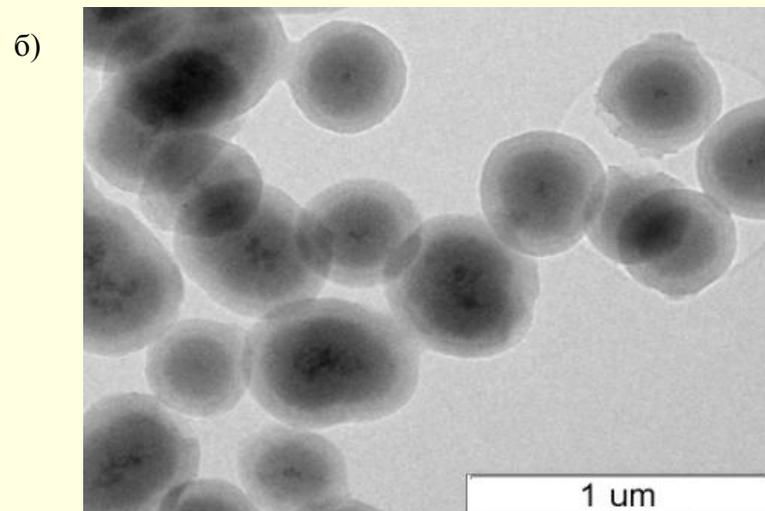
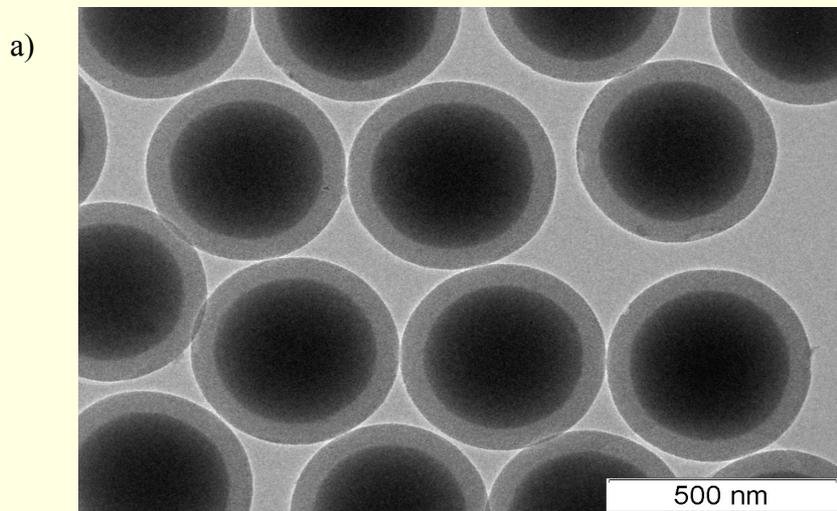
б) СЭМ фотография отдельной ячейки.



Программа V.37.3. Синтез и диагностика объемных наноразмерных и наноструктурированных материалов (координаторы чл.-к. РАН [В.И. Бухтияров](#) Программа V.37.3. Синтез и диагностика объемных наноразмерных и наноструктурированных материалов (координаторы чл.-к. РАН В.И. Бухтияров и чл.-к. РАН [Н.З. Ляхов](#))

- **Проект 37.3.1.** Научные основы разработки биокмполитов и систем медицинского назначения на основе ультрадисперсных, наноразмерных и наноструктурных материалов (научные руководители д.ф.-м.н. С. Г.Псахье, д.ф.-м.н. Ю.П.Шаркеев, [ИФПМ СО РАН](#))
- **Проект 37.3.2.** Разработка методов направленного синтеза новых многофункциональных гибридных наноструктурированных материалов на основе оригинальных гетероциклических полимеров с комплексом ценных свойств (научный руководитель ак. д.х.н. Г. Ф. Мячина [ИрИХ СО РАН](#))
- **Проект 37.3.3.** Синтез и исследование наноразмерных и наноструктурированных оксидных материалов и гетерогенных катализаторов на их основе (научный руководитель д.х.н. А.С. Иванова, [ИК СО РАН](#))
- **Проект 37.3.4.** Синтез и исследование особенностей физикохимических свойств наноразмерных металлических каталитически активных 1D – 3D частиц в структуре микропористых оксидов, углеродных материалов и цеолитов (научный руководитель д.х.н. З.Р. Исмагилов, [ИК СО РАН](#))
- **Проект 37.3.5.** Целенаправленный синтез, модифицирование и исследование адсорбционных и каталитических свойств новых наноструктурированных материалов: композитов «соль в матрице», керметов, металла-люминофосфатов, мезопористых мезофазных силикатов (научные руководители д.х.н. Аристов Ю.И., к.х.н. М.С. Мельгунов [ИК СО РАН](#))
- **Проект 37.3.6.** Направленный синтез наноматериалов с контролируемой морфологией (научный руководитель д.х.н. Н.Ф.Уваров, [ИХТТМ СО РАН](#))

Синтез и исследование адсорбционных и каталитических свойств модифицированных мезопористых мезофазных силикатов



Силикатные материалы с морфологией «непористое ядро – мезопористая оболочка» а) без и б) с магнитными ядрами

Разработан метод синтеза магнитоотделяемых катализаторов и адсорбентов с морфологией «непористое ядро – мезопористая оболочка». Для этого использован подход, включающий стадии приготовления изолированных наночастиц мангемита, покрытие этих частиц непористым слоем SiO_2 и далее мезопористым слоем силикатной мезофазы.

Показано, что синтезированные материалы не имеют такого моодисперсного состава частиц, как подобные материалы без магнитных ядер.

**Синтез и исследование адсорбционных
и каталитических свойств керметов**



Разработана методика изготовления керметов с мезопористыми компонентами и их прекурсорами, включающая смешение порошкообразных продуктов, загрузку их в пресс-форму, виброуплотнение, гидротермальную обработку, сушку и прокаливание. Образец кермета, изготовленного из порошкообразного алюминия марки АСД-1 и прекурсора мезопористого оксида алюминия – аморфного продукта ЦТА.



В 2010 году по тематике программы опубликовано:

- 4 монографии*
- 290 статей*
- 23 патента,*
- Более 320 докладов*



Общие замечания

- Обоснование отношения результатов исследования к области нанотехнологий*
- Основа «базовых» проектов – фундаментальные исследования*
- «Базовый» проект – государственный контракт, в котором результаты исследований (отчеты) должны соответствовать техзаданию (планам)*
- Сроки и формы представления отчетов*