

**ИТОГОВЫЙ СЕМИНАР
ПО ФИЗИКЕ И АСТРОНОМИИ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
КОНКУРСА ГРАНТОВ 2006 ГОДА
ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

11 декабря 2006 г.

Тезисы докладов



Санкт-Петербург, 2006

Итоговый семинар
по физике и астрономии
по результатам конкурса грантов 2006 года
для молодых ученых
Санкт-Петербурга

11 декабря 2006 г.

Тезисы докладов

Санкт-Петербург, 2006

Организаторы семинара

Физико-технический институт им .А. Ф. Иоффе РАН

Конкурсный центр фундаментального естествознания Рособразования
Санкт-Петербургский физико-технологический научно-образовательный центр РАН
Saint-Petersburg Chapter of Lasers and Electro-Optics Society (LEOS)

Организационный комитет

Соколовский Григорий Семенович (ФТИ), *председатель*

Аверкиев Никита Сергеевич (ФТИ)

Азбель Александр Юльевич (КЦФЕ)

Когновицкая Елена Андреевна (ФТИ)

Кучинский Владимир Ильич (ФТИ, LEOS)

Кучма Анатолий Евдокимович (КЦФЕ)

Попов Алексей Юрьевич (ФТИ)

Устинов Виктор Михайлович (СПбФТНОЦ РАН)

Семинар является одним из заключительных отчетных мероприятий конкурса на соискание персональных грантов для студентов, аспирантов и молодых специалистов Санкт-Петербурга, организованного Администрацией Санкт-Петербурга, Министерством образования и науки РФ и Российской академией наук. Для участия в семинаре были приглашены победители конкурса 2006 года в области физики и астрономии, набравшие высший рейтинг по результатам экспертизы.

Предисловие

В 2006 году в очередной раз проводился конкурс грантов для молодых ученых Санкт-Петербурга. Задача этого конкурса - выявление перспективных научных идей молодежи и финансовая поддержка лучших работ. Конкурс проводится для двух групп участников. В первой группе, называемой «Дипломные проекты», участвуют студенты старших курсов, а в группе «Кандидатские проекты» - аспиранты и стажеры-исследователи. Подобная структура конкурса, с одной стороны, обеспечивает максимальный охват научной молодежи, а, с другой, позволяет достаточно гибко осуществлять поддержку наиболее перспективных направлений исследований. Молодые ученые, недавно защитившие кандидатскую диссертацию, участвовали в специализированном конкурсе для данной категории научной молодежи – Конкурсе грантов для молодых кандидатов наук. Данный конкурс был направлен на поддержку молодых кандидатов наук, проводящих научные исследования в ведущих научно-педагогических коллективах Рособразования и институтах Российской академии наук, расположенных на территории Санкт-Петербурга.

Предлагаемый вниманию читателя сборник содержит тезисы докладов победителей конкурса 2006 года, представленных на Итоговом семинаре по физике и астрономии. Такие семинары проводятся в восьмой раз, начиная с 1997 года. Традиционным местом их проведения является Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН и Санкт-Петербургский физико-технологический научно-образовательный центр РАН. В этом году организация Семинара стала возможной благодаря финансовой поддержке со стороны Санкт-Петербургского научного центра РАН.

В Итоговом семинаре 2006 года принимают участие около пятидесяти докладчиков из университетов и академических институтов Санкт-Петербурга. Следует отметить высокий уровень представленных работ, свидетельствующий о значительных научных успехах вузовской и академической молодежи. В программу включены как экспериментальные, так и теоретические работы по физике полупроводников, оптоэлектронике, молекулярной физике, физике полимеров, радиофизике, физике плазмы и астрофизике. Как и ранее, в рамках семинара были прочитаны доклады по биофизике и экологии. Хорошо известно, что расширение научного кругозора молодых ученых и их знакомство с новыми идеями и научными направлениями в сочетании с применением аналитического подхода и экспериментальных методик, развитых в физике, не только

способствует становлению молодых специалистов, но и дает мощный импульс для развития междисциплинарных исследований.

Начиная с этого года, Организационный комитет Итогового семинара включился в работу по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (УМНИК) Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Для этого были определены победители в номинации «За научные результаты, обладающие существенной новизной и среднесрочной перспективой их эффективной коммерциализации», которые получают финансирование со стороны Фонда содействия для развития своих научных идей.

Как и в предыдущие годы, в организации семинара активнейшее участие приняли молодые сотрудники Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе, энергия и энтузиазм которых обеспечили успех Семинара.

Директор ФТИ им. А.Ф.Иоффе
профессор А. Г. Забродский

Дипломные проекты

Синтез и исследование газочувствительных наноструктурированных композитов на основе диоксидов олова и кремния с каталитическими добавками

Грачева И.Е.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Наноструктурированные пленочные композиты на основе металлооксидов в последнее время интенсивно исследуются как перспективные материалы для создания сенсоров газового контроля. В данной работе наноструктурированные композиты, представляющие собой прочную рентгеноаморфную матрицу диоксида кремния с распределенными в ней нанокристаллитами диоксида олова и оксида индия, были получены золь-гель методом, обеспечивающим формирование функциональных наноструктур, начиная с молекулярного уровня. Возникающая в виде фрактальных агрегатов, нанообъекты в процессе роста трансформируются в перколяционные сети, при этом если поперечные размеры ветвей соизмеримы со значением дебаевской длины экранирования, газочувствительность электронных датчиков возрастает на несколько порядков. Для таких наноструктурированных сенсоров также возрастает быстродействие.

Фазовый состав нанокompозитов был исследован на порошках ксерогелей, полученных из исходных растворов-золей, методом рентгеновского фазового анализа, дифференциально-термического анализа, и сопоставлен с измерениями газочувствительности с использованием паров этилового спирта и ацетона. Приводится фазовый анализ равновесий в системе олово — кремний — индий — кислород методом построения диаграмм парциальных давлений в широких диапазонах температур и давлений. Выбраны оптимальные температуры отжига нанокompозитов, выше и ниже которых чувствительность к газам-реагентам уменьшалась. Показано, что при температурах отжига нанокompозитов выше 1273 К возможно разложение кристаллической фазы диоксида олова с образованием жидкой фазы, обогащенной оловом, с последующим взаимодействием с рентгеноаморфной матрицей диоксида кремния. В работе изучалась структура наноструктурированных композитов с помощью растровой электронной микроскопии. Приводятся расчеты физико-химических процессов, описывающих адсорбцию газов-реагентов, в среде LabVIEW на основе двух моделей — Ленгмюра и Брунауэра-Эммета-Теллера. Проведенные исследования позволяют выбрать технологические условия получения сенсорных элементов газочувствительных датчиков на основе оксидов олова, индия и кремния, включающие в себя: прекурсоры для приготовления растворов-золей; условия синтеза слоев нанокompозитов; условия детектирования газов-реагентов.

Расчёт параметров изотопического сдвига для ионов с одним и двумя валентными электронами. Поиск вариаций постоянной тонкой структуры

Король В. А., Козлов М. Г.¹

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

¹Санкт-Петербургский институт ядерной физики

Недавно появились указания на то, что на космологических временах постоянная тонкой структуры α меняется. Поиск пространственно-временных вариаций α проводится в лаборатории и путём изучения спектров далёких квазаров. В последнем случае важную роль играют эффекты — источники систематических ошибок, одним из которых является изотопический сдвиг (ИС). Смещения линий отдельных элементов в спектрах, обусловленные ИС и эффектом предполагаемой вариации α , одинаковы по порядку величины. Это приводит к тому, что ИС может имитировать (или маскировать) эффект изменения постоянной тонкой структуры.

Для разделения двух эффектов нами в 2004 году [M.G.Kozlov, V.A.Korol, J.C.Berengut, V.A.Dzuba, V.V.Flambaum, Phys. Rev. A **70**, 062108 (2004)] был предложен способ, состоящий в построении комбинаций частот, одни из которых нечувствительны к обоим эффектам, а другие чувствительны либо только к вариациям α , либо подвержены ИС. Это позволит исследовать изотопический состав ранней Вселенной и изменение постоянной тонкой структуры. Применение этого способа предполагает высокую точность вычисления коэффициентов ИС k и F , а также производных атомных частот по альфа q . Мы проводим расчёты параметров ИС методом эффективного гамильтониана, который является объединением методов наложения конфигураций и многочастичной теории возмущений. В вычислениях используется релятивистский оператор изотопического массового сдвига, тогда как предыдущие результаты получены при помощи нерелятивистского оператора. В работе рассчитаны параметры k и F для Li-подобных ионов с одним валентным электроном поверх замкнутого остова, а также для Be-подобных ионов с двумя валентными электронами.

Начаты расчёты параметров ИС для ионов с тремя валентными электронами.

Создание новой технологии, обеспечивающей безопасное и эффективное применение ДНК-вакцин

Кулябина О.В.¹, Мурашев Б.В.²

¹Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

²НИИУ "Биомедицинский центр"

Идея и ее новизна

В настоящее время интенсивно разрабатываются технологии генотерапии и геновакцинации, связанные с применением рекомбинантной ДНК. Одним часто используемым методом является внутримышечная инъекция растворов плазмидных ДНК [1,2]. При этом показано, что большая часть генетического материала подвергается деградации, а часть попадает в клетки и осуществляет функцию, присущую данной последовательности [2]. В случае генной терапии с плазмиды идет синтез терапевтических белков или белков-регуляторов активности генов, в случае ДНК-вакцины — синтез белков-антигенов или иммуномодуляторов.

Проблемами ДНК-технологии является недостаточное время присутствия молекулы ДНК в организме и низкая эффективность трансфекции клеток *in vivo*[3]. Кроме того, используемые вирусные промоторы (CMV, SV40, SRV) подавляются иммунной системой. Также для многих типов клеток экспрессия целевого гена является нежелательной, поэтому важной является адресность доставки. Данный подход позволит увеличить эффективность лечения и уменьшить количество плазмидной ДНК, требующейся для инъекции, что существенно удешевит процесс.

Для понимания механизмов, лежащих в основе ДНК-технологии (процессов доставки, трансфекции и синтеза антигена), необходимо изучение факторов, влияющих на скорость распространения плазмидной ДНК из места инъекции, время жизни данной формы в периферических органах и возможность трансфекции клеток разных тканей.

Новизна предлагаемого исследования заключается в разработанных нами методах анализа ДНК-вакцин, а также оригинальных способах их эффективной доставки (бесконтактная электропорация *in vivo*, липосомный транспорт).

Продукт

Продуктом данной работы является технология, обеспечивающая безопасность и эффективность использования плазмидных ДНК для генотерапии и вакцинации. Данный метод позволит оптимизировать способ введения, дозу и протокол введения плазмиды.

Техническая осуществимость

Для достижения поставленной цели планируется изучения процессов доставки, трансфекции и синтеза антигена.

- Используя организм мыши в качестве модели, охарактеризовать распределение плазмидной ДНК по различным органам.
- Изучить динамику изменения количества плазмидной ДНК в различных органах.
- Определить, в каких органах наиболее эффективно идет синтез целевого белка.
- Детектировать трансформированные клетки данных органов.
- Сравнить эффективность доставки, плазмидной ДНК при различных способах введения.

Состояние разработки на данный момент

Было изучено распределение плазмидной ДНК рVMSnef, несущую ген *nef* ВИЧ-1 В субтипа штамма NY5/LAI, в организме мыши при однократном и двукратном введении. Иммунизацию проводили внутримышечно (100мкг/100мкл плазмиды в физиологическом растворе на мышшь). Анализировали различные органы: мозг, сердце, кровь (лейкоцитарную массу и сыворотку), легкое, печень, почку, селезенку, мышцу (место укола) на наличие в них плазмиды в зависимости от времени после иммунизации. Тотальную ДНК выделяли обработкой ткани протеиназой К и депротенизацией фенолом/хлороформом. Наличие плазмидной ДНК тестировали PCR, Southern гибридизацией. В результате было показано:

- через 5 минут после введения плазмиды ДНК обнаруживается практически во всех анализируемых органах;
- в разных органах плазида рVMSnef присутствует разное время. Так, в мышце, легком, почке плазида детектируется в течение суток, в крови, мозге, селезенке, сердце, печени — в течение недели;
- происходит трансформация клеток различных органов;
- при повторной иммунизации наблюдается снижение времени существования плазмидной ДНК в таких органах, как мозг и селезенка, при этом в крови и печени данная тенденция не прослеживается;

Необходимые исследования

- Экспрессия целевого гена в исследуемых органах будет определяться с помощью RT PCR на препаратах тотальной РНК.
- Детекция клеток органа, экспрессирующих целевой белок, будет осуществлена:
 - гибридизацией гистологических срезов органов с радиоактивным зондом, специфическим для целевого гена;
 - PCR *in situ*;
 - иммунофлуоресцентной микроскопией гистологических срезов исследуемых органов;
- Будет проведено сравнение эффективности доставки и трансформации клеток при использовании других способов введения (электропорации *in vivo* и липосомного транспорта).

Лаборатория Биомедицинского центра располагает всем необходимым оборудованием для проведения данных экспериментов.

Перспективы коммерциализации

ДНК-технология для терапии наследственных и приобретенных заболеваний в настоящее время в мире находится на разных стадиях испытаний. В июне 2006 года в Санкт-Петербурге состоялся саммит Большой Восьмерки. Одной из тем обсуждения было "Борьба с инфекционными заболеваниями", в рамках которой принято постановление о "... поддержке дальнейшего внедрения всеобъемлющих стратегий профилактики, основанных на доказательствах, и разработка инновационных методов профилактики ВИЧ-инфекции ...". В "Биомедицинском центре" ведутся исследования по созданию и испытанию региональной ДНК-вакцины против ВИЧ. Внедрение разработанных нами технологий способно повысить безопасность и эффективность использования данного подхода. Таким образом, наш продукт будет востребован на рынке в среднесрочной перспективе и будет приносить доход.

Литература

- [1] Huygen K. Plasmid DNA vaccination // *Microbes and Infection*. — 2005. №7. — стр. 932–938
- [2] Cui Z. DNA Vaccine // *Advances in Genetics*. — 2005. том 54.
- [3] Donnelly J. J., Wahren B., Liu M. A. Brief Review: DNA Vaccines: Progress and challenges // *The Journal of Immunology*. — 2005. № 175. — стр. 633–639.

Прямое наблюдение утечек неравновесных носителей заряда из активной области лазерных диодов.

Ладутенко К.С.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Одной из основных причин снижения выходной мощности и уменьшения эффективности полупроводниковых инжекционных лазерных диодов является утечка неравновесных носителей из активной области. В зависимости от температуры лазерного диода и концентрации неравновесных носителей величина утечки определяется различными физическими процессами (Оже-рекомбинация, разогрев электронного газа...). Учет влияния этих процессов оказывается чрезвычайно важным при разработке конструкций гетероструктур для современных лазерных диодов.

В работе предложена методика прямого детектирования токов утечки носителей заряда из активной области лазерных диодов. Разработаны модельные представления о физических процессах, происходящих на поверхности скола лазерного диода. Эти представления позволили напрямую связать наблюдаемое изменение контактной разности потенциалов между поверхностью скола лазерного диода и зондом Кельвин-зонд силового микроскопа с токами утечки. Соз-

дание установки импульсного питания лазеров, интегрированной в атомно-силовой микроскоп (АСМ) для детектирования токов утечки методом Кельвинзонд силовой микроскопии, позволило получить экспериментальное подтверждение разработанных модельных представлений.

Исследование электромагнитных процессов в синхронном генераторе с обмоткой якоря из высокотемпературного сверхпроводника

Манзук М.В., Чубраева Л.И.

Государственный университет аэрокосмического приборостроения

В данной работе разработан синхронный генератор с обмоткой якоря из высокотемпературного сверхпроводника, работающий в составе автономной электроэнергетической установки, а также проведены теоретические исследования электромагнитных и тепловых процессов в нем.

Синхронный генератор имеет явнополюсный индуктор с медной обмоткой и криогенный якорь, размещенный внутри криостата и состоящий из ВТСП обмотки, сердечника и зубцов. Обмотка якоря выполнена из сверхпроводящей ленты Bi-2223 в серебряной матрице в виде катушек седлообразной формы. Катушки размещены в два слоя, что позволяет создать обмотку с числом полюсов $2p = 4$. В пространстве между катушечными сторонами размещены ферромагнитные зубцы, выполненные из аморфного сплава с малой площадью петли гистерезиса. Сердечник якоря, выполнен из того же сплава, что и зубцы.

Размещение сердечника внутри криостата, вместе с ВТСП обмоткой позволяет улучшить отвод потерь и при этом уменьшить суммарный немагнитный зазор машины, что, в свою очередь, снижает нагрузку на обмотку возбуждения.

Проведены электромагнитные и тепловые расчеты синхронного ВТСП генератора. Основные характеристики синхронного генератора, такие как синхронные индуктивные сопротивления, проверялись по нескольким методикам, для исключения ошибки, поскольку эти параметры оказывают существенное влияние на работу генератора совместно с другими устройствами электроэнергетической установки. Так, например, для проверки синхронного индуктивного сопротивления фазы обмотки статора x_d , полученного в ходе расчета, применялась методика, позволяющая получить x_d через расчет индуктивностей. По этой методике рассчитываются индуктивности каждой катушки фазы и их взаимоиндуктивность, а также учитывается влияние железа магнитопровода на собственную индуктивность катушек. После чего синхронное индуктивное сопротивление вычисляется по формуле:

$$x_d = \frac{3}{2} \omega L_d,$$

где: ω — угловая частота, Гц;

L_a — сумма индуктивностей и взаимоиндуктивностей всех катушек фазы, Гн.

При расчете индуктивности, седлообразная катушка заменялась эквивалентными круглой и прямоугольной катушками. Условия эквивалентности — равенство периметров и площади поперечного сечения реальной и эквивалентной катушки.

Моделирование электромагнитных процессов производилось в программе FemLAB. Исследование распределения электромагнитных полей производилось для режима холостого хода и при работе на нагрузку. Особое внимание было уделено моделированию зубцовой зоны статора синхронного генератора. Анализ распределения электромагнитных полей позволил выбрать такое расположение сверхпроводящей обмотки в пазу, при котором внешнее магнитное поле оказывало минимальное влияние на критические параметры сверхпроводника.

В дальнейшем планируется провести экспериментальные исследования синхронного ВТСП генератора во всех режимах работы, включая режим синхронного компенсатора, а также экспериментальные исследования электромагнитных и тепловых процессов в нем.

Система управления учебным ЯМР-томографом

Серегин А.Н., Неронов Ю.И.

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики

Цель работы — создание системы управления спектрометром, и в частном случае учебным ЯМР-томографом, который является расширенной версией спектрометра.

Задача системы управления сводится к следующему:

- а) Подаче импульсов возбуждения на резонансную индуктивность
- б) Подаче линейных градиентов магнитного поля
- с) Считыванию и отображению радиочастотного сигнала.

Поставленная задача была достигнута путем создания электрического устройства, которое:

1. при помощи ЦАПов под управлением микроконтроллера подает импульсы возбуждения, а также линейные градиенты
2. при помощи АЦП считывает и оцифровывает проходящий с томографа/спектрометра полезный сигнал.

Отмечу, что оба эти процесса протекают параллельно, именно по этой причине было задействовано 2 микроконтроллера.

Далее оцифрованный сигнал через USB порт считывается разработанным программным обеспечением, которое в свою очередь отображает сам сигнал, а также рассчитывает и отображает его спектр. При этом для работы с USB портом используется драйвер переходника USB-UART, расположенный в устройстве.

В результате имеем надежно работающее устройство по считыванию спектрального сигнала со спектрометра. С данным проектом был сделан доклад на III межвузовской конференции молодых ученых и специалистов в СПбГУИТМО, а также был выигран грант на конкурсе грантов правительства Санкт-Петербурга.

В заключении, укажу над чем еще предстоит работать для улучшения описанного устройства:

- переход с микросхем Silabs на FTDI, что позволит увеличить скорость передачи данных до мегабайта в секунду (сейчас скорость 128Кбайт/сек).
- увеличить тактовую частоту процессора до 50МГц для перехода к работе с АЦП в режиме MASTER.
- добавить возможность считывания уровня сигнала, для расширения функциональности устройства, которая позволила бы управлять атеньюатором на входе устройства.
- добавить гибкость, вынеся все возможные параметры программы в конфигурационный файл или в интерфейс программного обеспечения.
- добавить возможность создания новых импульсов, задания их положения и длительности непосредственно из ПО без перепрограммирования микроконтроллеров.

Излучение терагерцового диапазона из микроструктур р-GaAsN/GaAs в условиях примесного пробоя

Софронов А.Н., Шалыгин В.А., Воробьев Л.Е.

Санкт Петербургский государственный политехнический университет

Известно, что индуцированное излучение ТГц диапазона, наблюдаемое при одноосном сжатии германия р-типа в сильных электрических полях, обусловлено инверсной заселенностью расщепленных сжатием акцепторных уровней. Эмиссия излучения происходит за счет оптических переходов между резонансным и локализованным состояниями акцептора. На этом эффекте работает ТГц лазер непрерывного действия, описанный в [1]. Аналогичную схему получения ТГц излучения можно реализовать и без помощи внешнего давления, а за счет внутренних механических напряжений, возникающих в соседних эпитаксиальных слоях с разным периодом кристаллической решетки [2].

В данной работе исследованы структуры с тонкими чередующимися напряженными слоями легированного бериллием GaAsN и чистого GaAs, выращенные

методом молекулярно-пучковой эпитаксии на подложке GaAs. В условиях примесного пробоя в таких структурах может быть получена инверсия населенности между резонансными и локализованными акцепторными состояниями, что приводит к эмиссии терагерцового излучения [3]. В структурах с разной концентрацией азота и разным уровнем легирования исследованы вольт-амперные характеристики и определен диапазон электрических полей, при которых наблюдается примесный пробой. В условиях примесного пробоя обнаружено спонтанное излучение терагерцового диапазона и с помощью фотодетектора Ge:Ga исследована зависимость интегральной интенсивности излучения от мощности электрической накачки. Далее с помощью кремниевого болометра и Фурье-спектрометра исследован спектр ТГц излучения. Проведено сопоставление экспериментальных данных с теоретически рассчитанными величинами расщепления акцепторных уровней бериллия в GaAsN/GaAs. Показано, что основной вклад в излучение дают внутрицентровые переходы между основным резонансным состоянием и возбужденными локализованными состояниями.

Авторы благодарят Д.А.Фирсова, В.Ю.Паневина, А.В.Андрианова, А.О.Захарьина, А.Г.Гладышева и Д.В.Козлова за сотрудничество.

- [1]. Yu.P.Gousev, I.V.Altukhov, K.A.Korolev, V.P.Sinis, M.S.Kagan, E.E.Haller, M.A.Odnoblyudov, I.N.Yassievich, K.-A.Chao, Appl. Phys. Lett., 75, 757 (1999).
- [2] V.I.Altukhov, E.G.Chirkova, V.P.Sinis, M.S.Kagan, Yu.P.Gousev, Thomas S.G., K.L.Wang, M.A.Odnoblyudov, I.N. Yassievich, Appl. Phys. Lett., 79, 3909 (2001).
- [3]. Л.Е.Воробьев, Д.А.Фирсов, В.А.Шалыгин, В.Ю.Паневин, А.Н.Софронов, Д.В.Цой, А.Ю.Егоров, А.Г.Гладышев, О.В.Бондаренко. Письма в ЖТФ, 32, 34 (2006).

Исследование СВЧ нелинейного пленочного спин-волнового направленного ответвителя

Тимофеева М.А., Устинов А. Б.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

В последнее десятилетие возрос интерес к изучению волновых явлений в тонких ферромагнитных пленках, а также их применения для создания новых устройств обработки СВЧ сигналов. Целью настоящей работы являлась разработка и исследование нелинейного направленного ответвителя, в основе работы которого лежат явления интерференции и нелинейного сдвига собственных волновых чисел интенсивных спиновых волн при изменении их амплитуды.

Разработанный экспериментальный макет нелинейного направленного ответвителя имел вид шлейфного квадратурного моста с четырьмя портами P1, P2, P3 и P4. Основным элементом схемы являлся нелинейный спин-волновой фазовращатель на основе пленки железо-иттриевого граната толщиной 5.2 мкм. Фазовый набег в нелинейном фазовращателе изменялся при увеличении мощности

на входе устройства. Это изменение обусловлено возникновением нелинейного сдвига собственных волновых чисел интенсивных спиновых волн.

Экспериментально были исследованы частотные зависимости коэффициентов передачи сигнала от входного порта P1 к выходному порту P3 — $S_{31}(f)$ и от P1 к выходному порту P4 — $S_{41}(f)$. Измерения проводились при различных уровнях мощности, подаваемой на входной порт P1. Как показали результаты исследований, характеристики $S_{31}(f)$ и $S_{41}(f)$ имели вид чередующихся максимумов и минимумов. Конструктивные параметры устройства были подобраны так, что при низкой мощности входного сигнала $P_{вх} = 8$ дБм на рабочей частоте $f_0 = 3358.3$ МГц наблюдался минимум характеристики $S_{31}(f)$ и максимум характеристики $S_{41}(f)$. При увеличении входной мощности до уровня $P_{вх} = 21$ дБм характеристики смещались настолько, что на рабочей частоте характеристика $S_{31}(f)$ имела максимальное значение, а характеристика $S_{41}(f)$ — минимальное. Наблюдаемый сдвиг характеристик обусловлен изменением фазового набега в нелинейном спин-волновом фазовращателе, вызванным увеличением входной мощности.

Исследования разработанного устройства в импульсном режиме работы показали, что входной импульс мощностью 8 дБм появлялся только на выходном порте P4, в то время как импульс мощностью 21 дБм проходил только на выходной порт P3.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 05-02-17714), Федерального агентства по образованию РФ (проект РНП/2.1.1.1382), Федерального агентства по науке РФ (проект НШ-8860.2006.2) и Администрации Санкт-Петербурга (шифр М06-3.9Д-11 и PD 06-1.2-8).

Рассеяние электромагнитных волн в ограниченных системах

Ульянов Д.С.

Санкт-Петербургский государственный университет,
физический факультет, каф. статистической физики

Классические подходы в теории рассеяния относятся к случаю неограниченных систем (см., напр., [И.Л. Фабелинский Молекулярное рассеяние света. М: Наука, (1965)]. Однако, в связи с широким применением в последние годы в дисплеях, ячеек, содержащих такие сильнорассеивающие системы, как жидкие кристаллы (ЖК), становится актуальной задача о рассеянии света в ограниченных системах. Целью работы является учет влияния граничных эффектов для падающего и рассеянного волнового поля в конечной рассеивающей системе, на угловое распределение интенсивности однократного рассеянии. Простейшая из таких задач — расчет интенсивности рассеяния от полупространства, была рассмотрена ранее (см., напр., обзоры: [В.Л. Кузьмин, В.П. Романов, УФН, **39**, 231, (1996); М.С.В. Van Rossum, Th.M. Nieuwenhuizen, Rev. Mod. Phys, **71**, 313, (1999)].

Мы рассматриваем плоский слой $-L/2 < z < L/2$, толщиной L , заполненный флуктуирующим веществом. Для расчета интенсивности рассеяния необходимо найти собственные волны в системе и поле точечного источника (функцию Грина). Метод отражения, обычно применяемый для полупространства, оказывается не эффективным в задаче для слоя: при его использовании в случае двух границ ответ для функции Грина имеет вид бесконечного ряда, поскольку возникает размножение виртуальных источников. Исходным пунктом нашего подхода является использование двумерного $q_{\perp}z$ -представления Фурье для полей и корреляционных функций, что позволяет свести задачу к анализу сингулярных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Достоинство этого подхода — происходит автоматический учет отражений всех кратностей на границе, а недостаток — результат представляется в смешанном $q_{\perp}z$ представлении Фурье, что нестандартно для теории рассеяния и требует ее модификации. Для преодоления последней трудности используется оригинальный метод расчета интенсивности рассеяния, предложенный впервые в работах моего научного руководителя [E.V. Aksenova, V.P. Romanov, A. Yu. Val'kov, Phys. Rev. E 71, 051702 (2005)], являющейся аналогом метода Кирхгофа, применяемого в теории дифракции.

Согласно полученным результатам конечность слоя оказывает существенное влияние на форму индикатрисы, особенно при больших углах падения и заметной разнице в коэффициентах преломления внешней и рассеивающей сред. В частности, происходит перераспределение интенсивности между задней и передней полусферами рассеяния и на индикатрисе рассеяния появляется множество дополнительных провалов и пиков. Результаты работы представляют интерес при анализе экспериментальных данных о светорассеянии от малых систем и для расчетов оптических характеристик ЖК-ячеек в дисплеях.

Моделирование трехосного нейтронного спектрометра СНК-3 для реактора ПИК

Зворыкина О.И.¹, Вахрушев С.Б.²

¹Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

²ФТИ им.А.Ф.Иоффе РАН

Задачей настоящей работы была оптимизация нейтронно-оптической части трехосного нейтронного кристаллического спектрометра СНК-3, который в будущем планируется разместить на строящемся высокопоточном реакторе ПИК в ПИЯФ РАН (Гатчина). Цель работы — добиться максимальной светосилы прибора и при этом получить хорошее энергетическое разрешение. С этой целью было проведено моделирование спектрометра с помощью программного пакета VITESS2.6 в условиях реального расположения прибора в экспериментальном зале реактора. Пакет VITESS создан в НМИ (Берлин, Германия) специально для моделирования нейтронных приборов, с использованием метода

Монте-Карло. Трассировка нейтронного пучка проводилась для плоских, цилиндрических вертикально фокусирующих и сферических фокусирующих монокроматоров и анализаторов; с использованием различных материалов монокроматоров и анализаторов (пирографит, медь и германий); без коллимации и с коллимацией. При оптимизации условий фокусировки расчетная интенсивность на образце достигает $8,5 \cdot 10^7 \text{ н}/(\text{сек} \cdot \text{см}^2)$ при длине волны $2,4 \text{ \AA}$, что близко к соответствующему значению для ныне существующих светосильных приборов.

Кандидатские проекты

Разработка и исследование методов повышения точности угловых измерений с помощью динамического гониометра

Гончаров Н.В.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

В настоящее время высокоточные угловые измерения востребованы во многих областях науки и техники. Например, в метрологии и промышленности — в задачах аттестации угловых мер и преобразователей угла различного типа.

Работа посвящена решению чрезвычайно актуальной проблемы повышения точности угловых измерений в условиях выходного контроля продукции, производимой малыми и средними предприятиями.

Высокую точность угловых измерений может обеспечить, например, система, основанная на модифицированной схеме лазерного динамического гониометра, содержащая в качестве безынерционного датчика угловых перемещений предварительно калиброванный фотоэлектрический преобразователя угла (ФПУ) типа ЛИР-3170А.

Повышение точности угловых измерений с помощью разработанного динамического гониометра (ДГ) достигалось с помощью следующих методов:

- разработки математической модели, описывающей зависимость величины случайной составляющей погрешности измерения от нестабильности угловой скорости вращения;
- анализа влияния высокочастотной и низкочастотной составляющей нестабильности угловой скорости вращения на погрешность угловых измерений;
- исследования методов калибровки и кросс-калибровки;
- анализа влияния изменения температуры окружающей среды на систематическую погрешность измерений.
- По результатам работы было получено, что:

с использованием аппарата корреляционного анализа погрешность измерения угла динамического гониометра находится через соответствующие корреляционные функции и дисперсии:

$$R_{\delta\varphi_{\Delta\bar{\pi}}} = \left(\frac{\Delta_0}{n_{\bar{\pi}}^0}\right)^2 R_{\delta n_{\Delta\bar{\pi}}} + \left(\frac{\varphi_{\Delta\bar{\pi}}^0}{n_{\bar{\pi}}^0}\right)^2 R_{\delta n_{\bar{\pi}}} - \frac{\Delta_0 \varphi_{\Delta\bar{\pi}}^0}{(n_{\bar{\pi}}^0)^2} [R_{\delta n_{\Delta\bar{\pi}} \delta n_{\bar{\pi}}} + R_{\delta n_{\bar{\pi}} \delta n_{\Delta\bar{\pi}}}]$$
$$D_{\delta\varphi_{\Delta\bar{\pi}}} = \left(\frac{\Delta_0}{n_{\bar{\pi}}^0}\right)^2 D_{\delta n_{\Delta\bar{\pi}}} + \left(\frac{\varphi_{\Delta\bar{\pi}}^0}{n_{\bar{\pi}}^0}\right)^2 D_{\delta n_{\bar{\pi}}} - \frac{\Delta_0 \varphi_{\Delta\bar{\pi}}^0}{(n_{\bar{\pi}}^0)^2} [D_{\delta n_{\Delta\bar{\pi}} \delta n_{\bar{\pi}}} + D_{\delta n_{\bar{\pi}} \delta n_{\Delta\bar{\pi}}}]$$

На основании экспериментальных данных было получено, что нестабильность скорости вращения ротора ФПУ целесообразнее всего представить в виде суммы широкополосного и узкополосного случайного процесса с корреляционной функцией вида:

$$R_{\omega\Omega}(\tau) = D'_{\omega\Omega} e^{-\alpha|\tau|} \cos \omega_0 \tau + D''_{\omega\Omega} e^{-\beta|\tau|}$$

- для широкополосной составляющей нестабильности угловой скорости вращения получены результаты, которые показывают, что при скоростях вращения, соответствующих номинальной (на уровне 60 об/мин) скорости вращения ротора в ДГ, погрешность угловых измерений находится на уровне нескольких сотых долей угловой секунды. Для узкополосной составляющей – на уровне нескольких тысячных долей угловой секунды.
- погрешности измерения ФПУ, определенные методами калибровки и кросс-калибровки, используются для коррекции значений угловых измерений при последующих применениях преобразователя.
- основным влияющим на результат калибровки ФПУ фактором является температура. Показано, что ее изменение в пределах $\pm 3^\circ\text{C}$, для $P=0.997$ (3σ) на результат калибровки не сказывается. Однако, при $P=0.95$ (2σ) значимость температуры подтверждается. Тем не менее, результаты экспериментов показали, что температурная зависимость не является ярко выраженной и при эксплуатации ДГ в лабораторных условиях можно ожидать высокой стабильности систематической погрешности ФПУ во времени.

Взаимодействие 5-алкилсульфонил- и 5-алкилсульфинил-1-(4-нитрофенил) тетразолов с формальдегидом

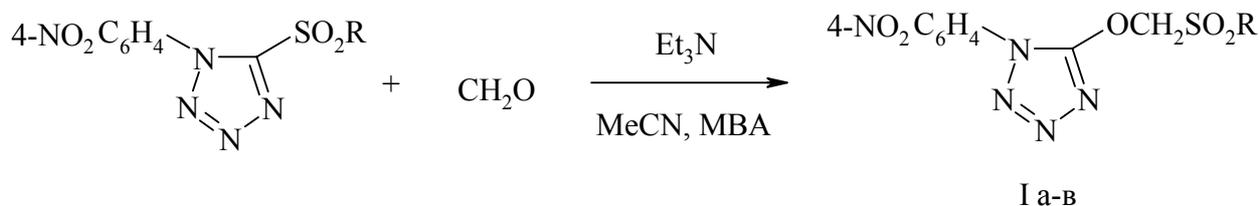
Егорова Н.Г., Артамонова Т.В., Колдобский Г.И.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт

Ранее было показано [1-3], что 1-арил-5-мезилтетразолы обладают высокой реакционной способностью по отношению к С-, N- и O-нуклеофилам различного строения. Отмечается, что нуклеофильное замещение мезильной группы в таких субстратах может рассматриваться как один из наиболее перспективных методов функционализации тетразолов [4].

Продолжая дальнейшее изучение химических свойств этих соединений, мы недавно обнаружили, что при взаимодействии 5-мезил-1-(4-нитрофенил)тетразола с формальдегидом в присутствии триэтиламина в условиях МВА образуется 5-мезилметокси-1-(4-нитрофенил)тетразол [5].

Теперь мы нашли, что эта реакция имеет общий характер и может быть распространена на другие соединения этого ряда.

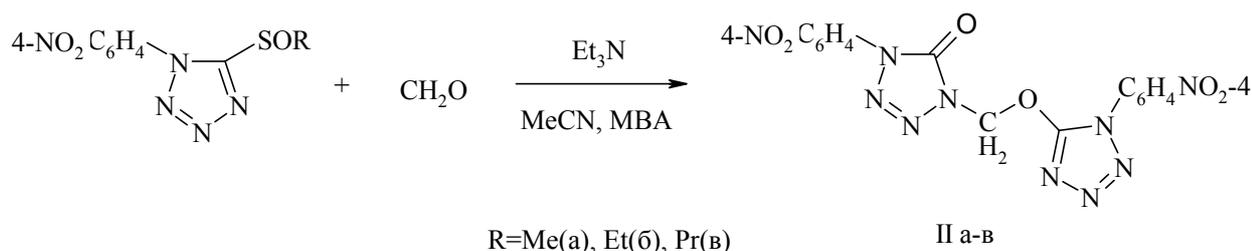


R=Me(a), Et(б), Pr(в)

Строгое описание механизма этой реакции пока не представляется возможным. Вероятно, предполагаемый путь образования соединений (Ia-в) заключается в последовательном присоединении молекулы формальдегида к углероду гетерокольца, приводящему к интермедиату, имеющему строение диполя, и последующей миграции мезильной группы к положительно заряженному центру диполя.

К сказанному следует добавить, что такого рода превращения в ряду тетразолов ранее известны не были.

Интересно отметить, что при взаимодействии 5-алкилсульфинил-1-(4-нитрофенил)тетразолов с формальдегидом продуктов со структурой, подобной (Ia-в), не образуется:



R=Me(a), Et(б), Pr(в)

Литература

- [1] Гольцберг М.А., Колдобский Г.И. *ЖОрХ*. 1996, 32, 1238.
- [2] Коренева А.П., Колдобский Г.И. *ЖОрХ*. 1999, 35, 1542.
- [3] Гольцберг М.А., Колдобский Г.И. *ХГС*. 1996, 1515.
- [4] Колдобский Г.И. *ЖОрХ*. 2006, 42, 487.
- [5] Lyakhov A.S., Egorova N.G., Artamonova T.V., Gaponik P.N., Koldobskii G.I. *Acta Cryst.* 2006, E62, 0903.

Моделирование экспериментов с ультрахолодными нейтронами

Фомин А.К.

Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН

Основные результаты диссертационной работы состоят в следующем:

1. Для моделирования экспериментов с ультрахолодными нейтронами разработан пакет программ, написанный на языке программирования Фортран 77. Пакет обеспечивает выигрыш в скорости счета по сравнению с модификациями программ MORSE или GEANT4 в 3-10 раз в зависимости от задачи.

2. Произведено моделирование эксперимента по измерению времени жизни нейтрона с гравитационной ловушкой. Получена систематическая неопределенность, связанная с методом вычисления эффективной частоты соударений, которая составила 0.236 с. Моделирование позволило заявить результат для времени жизни нейтрона ($878.5 \pm 0.7_{\text{стат}} \pm 0.3_{\text{сист}}$) с с указанной точностью.
3. Произведено моделирование эксперимента по поиску электрического дипольного момента (ЭДМ) нейтрона. Разработан новый мультикамерный ЭДМ спектрометр. Моделирование продемонстрировало возможность достижения в эксперименте с промежуточным вариантом спектрометра статистической точности $2.1 \cdot 10^{-27}$ е·см за 100 суток измерений, что в 5.7 раз превышает текущую точность спектрометра ILL. Кроме того, мультикамерный ЭДМ спектрометр позволяет контролировать и подавлять систематические эффекты.

Исследование механизмов формирования полос комплексов В...ННаI в газовой фазе

Громова Е.И.

Санкт-Петербургский государственный университет

Проведена регистрация спектров поглощения высокого разрешения смеси D_2O/DF в газовой фазе при $T \sim 300K$. Основные сложности в регистрации спектров дейтерированного комплекса связаны, с уменьшением интенсивности полосы, во-первых, за счет уменьшения вдвое коэффициента поглощения в системе $H_2O \dots DF$ по сравнению с $H_2O \dots HF$ (от 479 до 231 км/моль) и, во-вторых, с уменьшением доли дейтерия в ходе эксперимента. Показано, что, полоса νDF комплекса не имеет характерной структуры. Выполнен неэмпирический расчет спектра $H_2O \dots HF$ в области νHF . При расчете поверхностей потенциальной энергии и дипольного момента полностью исключались ошибки наложения базисных атомных функций мономеров. Энергия и дипольный момент комплекса вычислялись с учетом электронной корреляции в приближении МП2. Из решения одно-, двух- и трехмерных ангармонических колебательных задач были неэмпирически найдены все параметры, необходимые для построения спектра комплекса в области колебания νHF как суперпозицию колебательно-вращательных линий основного и 138 горячих переходов. Реконструированный спектр хорошо совпадает с экспериментальным. Данный расчет подтвердил полученное ранее отнесение деталей спектра и новое значение частоты валентного колебания HF в комплексе (3634 см^{-1} вместо принятого в литературе значения 3608 см^{-1}). Полностью аналогичные квантово-химические расчеты поверхностей энергии и дипольного момента и ангармонический расчет вариационным методом колебательных характеристик были выполнены для комплекса $H_2O \dots DF$. Спектр поглощения этого комплекса при комнатной температуре в

области валентного колебания DF был реконструирован как наложение колебательно-вращательных линий фундаментального и 181 горячих колебательных переходов. Спектр этой системы имеет менее выраженную структуру, поскольку, как показали настоящие расчеты, константа колебательно-вращательного взаимодействия в этом комплексе по модулю меньше, чем в $\text{H}_2\text{O}\dots\text{HF}$ (0.0046 и 0.0070 см^{-1} соответственно). Для частоты валентного колебания DF в комплексе получено значение 2689 см^{-1} . Расчеты показали, что при образовании комплекса с водой частоты колебаний HF и DF уменьшаются соответственно на 332 и 229 см^{-1} , а их интенсивности увеличиваются в 3.87 и 3.51 раз. Был выполнен первый этап расчета структуры и спектра поглощения комплекса $\text{H}_2\text{O}\dots\text{HCl}$. Равновесная геометрия и сечения поверхности потенциальной энергии найдены из *ab initio* расчета с учетом электронной корреляции (метод МП2) и поправки на наложение базисных функций мономеров. Вариационное решение одно- и двумерных ангармонических колебательных задач, включающих валентное колебание HCl в комплексе, валентное колебание Н-связи и внеплоскостную либрацию H_2O , показало, что в этом комплексе, также как и в $\text{H}_2\text{O}\dots\text{HF(DF)}$, частота фундаментального перехода должна быть выше частоты горячего перехода, начинающегося с первого возбужденного уровня либрации H_2O . Расчет предсказал значение 2726 см^{-1} для частоты валентного колебания HCl в комплексе (понижение на 187 см^{-1}). С вычисленными значениями вращательных постоянных комплекса и их изменений при возбуждении валентного колебания HCl был рассчитан спектр поглощения $\text{H}_2\text{O}\dots\text{HCl}$ в области $\nu(\text{HCl})$ при $T = 25\text{ К}$. Полученное значение частоты $\nu(\text{HCl})$ и форма спектра находятся в хорошем согласии с результатами недавнего низкотемпературного эксперимента с молекулярными пучками. Для комплекса $(\text{CH}_3)_2\text{O}\dots\text{HF}$ был выполнен неэмпирический расчет энергий колебательных состояний и частот переходов. В отличие от комплекса с водой надежное предсказание спектра может быть выполнено только на основе решения задач, включающих не менее четырех степеней свободы. Расчет показал, что нельзя пренебрегать туннельным расщеплением уже первого возбужденного либрационного состояния молекулы эфира. По этой причине полуэмпирическое описание этого спектра может иметь успех лишь при раздельном рассмотрении симметричных и антисимметричных состояний для либрации эфира и при выходе за рамки квадратичной зависимости энергии состояний от квантовых чисел. Теоретическое значение частоты фундаментального перехода, вычисленное с учетом влияния трех межмолекулярных мод на моду $\nu_1 \sim 3424.5\text{ см}^{-1}$.

Исследование явления дифракции лазерного излучения на "зеркальной" апертуре и разработка на его основе приборов контроля геометрических параметров и пространственного положения объектов

Иванов А.Н.

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики.

Одним из перспективных методов контроля геометрических параметров и пространственного положения объектов являются дифракционные методы. Целью работы является исследование возможностей повышения точности, расширения области применения дифракционных измерений, упрощения схемы для их реализации благодаря использованию "зеркальной" апертуры образованной краем контролируемого объекта и плоской отражающей поверхностью.

Проведенные расчеты позволили получить аналитическое выражение, описывающее распределение интенсивности сигнала от "зеркальной" апертуры в дальней области. Его особенностью является наличие интерференционного множителя, возникшего благодаря делению падающего волнового фронта на отражающей поверхности. Правильность полученного выражения была подтверждена экспериментально.

Исследование дифракционной картины от такой апертуры показало, что она имеет интересное свойство — при непараллельности края контролируемого объекта и отражающей поверхности возникает система поперечных полос, которая пересекает дифракционные полосы. Анализ этих полос показал, что они могут рассматриваться как муаровые полосы, которые возникли при наложении интерференционной и дифракционной систем полос. Параметры муаровых полос зависят главным образом от геометрической формы апертуры, получившейся между краем объекта и зеркалом.

Расчеты показали, что такой метод имеет более высокую точность сравнительно со стандартными дифракционными методами, благодаря наличию в спектре сигнала фазовой информации о геометрической форме края объекта. Предлагается расширить область применения метода и использовать его для контроля таких объектов как проволоки, нити, волокна. Кроме этого, модифицированная "зеркальная" апертура может быть использована для контроля пространственного положения объектов. Например, она может быть использована для построения схемы контроля вибрации.

Исследование структурных и электрофизических свойств низкоразмерных тонкопленочных структур на основе PbTe с помощью атомно-силовой микроскопии

Канагеева Ю.М.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Халькогениды свинца, такие как PbSe, PbTe и другие являются важными материалами для создания приборов, работающих в среднем ИК — диапазоне, таких как лазеры, преобразователей длин волн, фотоприемники, RCED, светодиоды и др.

В настоящее время качество эпитаксиальных слоев, по общему мнению, ограничивается дефектами кристаллической структуры. При типичном размере одного фотодиода, диаметр которого ~ 100 мкм, на площадь контакта приходится до нескольких тысяч различных дефектов кристаллической структуры. Актуальным остается вопрос: возможно ли при уменьшении размера диода до единиц микрометров, уменьшив тем самым количество дефектов до единиц тоже, исследовать влияние одиночных дефектов кристаллической структуры на качество диодов и установить теоретическую границу качества материала.

Целью данной работы является исследование структурных и электрофизических свойств низкоразмерных тонкопленочных структур на основе полупроводников $A^{IV}B^{VI}$ путем измерения сопротивления растекания и вольт-амперных характеристик с помощью атомно-силового микроскопа.

В качестве объекта исследования были выбраны фотодиоды Шоттки на основе эпитаксиальных слоев PbTe p-типа электропроводности на (111) Si подложках. Выпрямляющие контакты формировали по масочной технологии, при этом площадь выпрямляющих контактов составила 9 мкм^2 . Исследования электрофизических свойств фотодиодов Шоттки осуществлялись с помощью атомно-силового микроскопа UltraObjective, SIS в контактном режиме в вакууме в диапазоне температур 125..300 К. Изображение топографии поверхности и карту сопротивления растекания получали одновременно. Максимальная область сканирования составляла $26,4 \times 26,4$ мкм (при этом в рабочее поле попадали 6-9 диодов).

В работе получены результаты по структурным характеристикам эпитаксиальных слоев PbTe на различных подложках (Si (111), BaF₂) после разной температурной обработки. Была получена серия фотодиодов Шоттки на основе PbTe с размерами контактов порядка 3 мкм, исследованы их вольт-амперные характеристики, сопротивление растекания с помощью зонда атомно-силового микроскопа в диапазоне температур 125-300К в различных условиях.

Работа выполнена в рамках стипендии Президента РФ на стажировку за рубежом в 2005/2006 учебных годах.

Определение параметров нанокластеров по электронномикроскопическому изображению

Кириленко Д. А.

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН

Электронномикроскопическое изображение наноразмерного включения с параметром несоответствия решётки несколько процентов и диаметра порядка 10 нм представляет собой достаточно размытое, иногда структурированное, пятно. Ранее была предложена методика определения параметра несоответствия решёток по ширине изображения, основанная на теоретическом расчёте связи между ней и характеристиками кластера. Диаметр предлагалось измерять непосредственно на изображении за счёт качественного отличия контраста внутри области, соответствующей проекции кластера, и снаружи. Данная методика применима к включениям достаточно большого размера (>10 нм), то есть когда контраст достаточно сильно структурирован. При малых же размерах включения на изображении отсутствует явная информация, позволяющая достаточно точно определить его диаметр.

Тем не менее, существует вполне определённая закономерность между изображением включения малого размера и его радиусом. Если рассмотреть профили интенсивности на изображении вдоль направления вектора дифракции, то можно заметить, что увеличение радиуса включения при прочих равных условиях влечёт за собой лишь увеличение контрастности и последовательное удаление положения пиков на профиле от центра картины. Для малых размеров положение пика линейно зависит от радиуса включения и практически точно соответствует границе включения, и, следовательно, измеряя это положение, мы практически измеряем радиус.

Данная зависимость наблюдается при различных толщинах матрицы и глубинах залегания в ней включения. Размеры включений, при которых зависимость имеет место, определяются простым соотношением и для характерных условий лежат в диапазоне диаметров менее 7-10 нм. Преимущество данного способа определения размера включения состоит в практическом отсутствии влияния на зависимость множества параметров, влияющих на формирование самого изображения: параметр несоответствия, экстинкционная длина, вектор дифракции, толщина плёнки и глубина залегания.

Для малых кластеров нельзя определить параметр несоответствия по ширине изображения, как предлагалось ранее, так как зависимость крайне слаба, но существует возможность определения параметра несоответствия по интенсивности пиков. Но сложностью данного метода является необходимость определения из эксперимента глубины залегания кластера и толщины плёнки.

Генезис энергетического спектра бесцепочечных ВТСП с различным числом медь-кислородных слоев и механизм влияния его параметров на сверхпроводящие свойства данных соединений

Мартынова О.А.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Проведены экспериментальное исследование электронных явлений переноса в легированных образцах висмутовой, таллиевой и ртутной систем с различным числом медь-кислородных слоев состава, а также анализ данных других авторов, полученных для перечисленных систем. Исследованы системы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ ($n = 1, 2, 3, 4$), $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{Bi}_2\text{Sr}_{2-y}\text{La}_y\text{CuO}_y$, $\text{Bi}_{2-x}\text{Pb}_x\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Nd}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x(\text{Cu}_{1-y}\text{Co}_y)\text{O}_y$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Gd}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{Tl}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{HgBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ ($n = 1, 2, 3, 4$) и $\text{Hg}_{0.8}\text{Tl}_{0.2}\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$. Выявлены особенности в модификации температурных зависимостей коэффициента термоэдс, $S(T)$, и критической температуры, T_c .

Показана применимость асимметричной модели узкой зоны к анализу зависимостей $S(T)$ в ВТСП висмутовой, таллиевой и ртутной систем. Для всех исследованных систем определены значения параметров зонного спектра и системы носителей заряда в нормальной фазе и проанализирована их трансформация с ростом уровня легирования. Сделаны выводы об уменьшении числа зонных состояний при замещении кальция в $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Nd}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Gd}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, а также эффекте разрушения проводящей зоны под действием легирования кобальтом в $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x(\text{Cu}_{1-y}\text{Co}_y)\text{O}_y$. Эти выводы совместно с учетом эффекта изменения зарядового баланса в решетке позволяют полностью объяснить динамику степени заполнения зоны электронами во всех исследованных системах.

Для всех исследованных систем была выявлена корреляция между значениями T_c и W_D . Показано, что зависимость $T_c(W_D)$ для них имеет близкий к универсальному характер, однако подавление T_c при расширении зоны происходит быстрее, чем в случае иттриевой системы. Это позволяет предположить, что значение $D(E_F)$ в бесцепочечных ВТСП в целом выше, чем в иттриевых сверхпроводниках.

Нелинейная линия передачи на основе сегнетоэлектрических пленок

Михайлов А. К.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Представлено компьютерное моделирование процесса формирования СШП сигналов в линиях передачи на основе сегнетоэлектриков. Разработан упро-

щенный теоретический метод анализа нелинейных линий передачи имеющих как распределенную структуру, так и содержащих сосредоточенные сегнетоэлектрические варакторы. Данный метод основан на феноменологической вольт-фарадной характеристике сегнетоэлектриков и хорошо согласуется с результатами компьютерного моделирования сегнетоэлектрических нелинейных линий передачи. Результаты приведенного анализа демонстрируют перспективность применения сегнетоэлектриков в СШП-технике в устройствах обострения высоковольтных импульсов нано- и пикосекундной длительности. Разработана и реализована на практике конструкция нелинейной линии передачи на основе сегнетоэлектрических варакторов. Созданная линия передачи демонстрирует сжатие фронтов наносекундной длительности при амплитуде исходного импульса равной 1 кВ.

Колебательная структура оже-спектра

Мистров Д.А.

Санкт-Петербургский государственный университет.

Возмущающее поле остовной вакансии приводит к перераспределению заселенности колебательных уровней в ионизованной молекуле. В гармоническом приближении заселенность уровней нормального осциллятора определена распределением Ансбахера [1], совпадающим с пуассоновским распределением, в пренебрежении изменением колебательной энергии. Данные фотоэлектронной спектроскопии [1,2] свидетельствуют о зависимости заселенности колебательных уровней от частоты сканирующего излучения вблизи порогов ионизации внутренних электронных оболочек.

- (а) Предложена методика расчета колебательной структуры оже-распада остовной вакансии. В основе лежит прямое вычисление амплитуд перехода между остовной вакансией и колебательными состояниями валентных потенциалов; определяется полная вероятность заполнения каждого валентного колебательного уровня. (б) В отчетный период получены аналитические выражения для $R_v(v) = \langle v | R | 0 \rangle / \langle v | 0 \rangle$ на функциях гармонического осциллятора, с общим видом $R_v \approx Const + v\delta$, v - номер состояния.
- (в) Выполнено разложение матричного элемента оператора дипольного перехода по малому параметру δ . Линейный по возмущению член в полученной сумме описывает отклонение от принципа Франка — Кондона, наблюдаемое в фотоэлектронных спектрах, и проявляющееся в спектральной зависимости колебательной структуры оже-спектра молекул.

Литература

- [1] J. Phys. B 30, L741 (1997).
[2] Phys. Rev. A 68 022508 (2003).
[3] Phys. Rev. A. 71 052510 (2005).

Спиновое расщепление в SiGe наноструктурах, обусловленное анизотропией интерфейсов

Нестоклон М.О.

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН

В последние годы спиновые свойства привлекают большое внимание в связи с попытками создания электронных приборов, работающих на основе спина носителей. В спинтронику вовлечены различные полупроводниковые системы, в том числе и SiGe гетероструктуры. Хотя объёмные Si и Ge имеют центр инверсии, структуры с квантовыми ямами, выращенные из этих материалов, могут его не иметь, что приводит к спиновому расщеплению электронных подзон.

В работе [1] впервые показано, что электронное спиновое расщепление типа Дрессельхауза возможно в гетероструктурах на основе Si и Ge. Его причиной является анизотропия химических связей на интерфейсах. Тем самым установлено, что даже в симметричной квантовой яме, выращенной из алмазоподобных полупроводников, спиновое вырождение может сниматься.

В работе [2] электронное спиновое расщепление в гетероструктурах на основе Si и Ge, обусловленное интерфейсами, рассчитано в методе сильной связи. Микроскопический метод позволяет не только подтвердить существования спинового расщепления в таких структурах, но и оценить величину эффекта.

Рассматривается макроскопически симметричная структура с квантовыми ямами, выращенная вдоль оси [001]. В полном соответствии с симметричным анализом [1] расчёт показывает, что в Si/Ge структуре с нечётным количеством моноатомных слоёв существует линейное по волновому вектору спиновое расщепление. Величина расщепления (порядка мкэВ) позволяет сделать вывод, что эффект, обусловленный интерфейсами, сравним с Рашба-расщеплением в Si/Ge гетероструктурах n-типа [3], которое обусловлено встроенным электрическим полем. Различная зависимость двух вкладов в спиновое расщепление от толщины квантовой ямы позволяет рассчитывать на наблюдение интерфейсного вклада.

Установлено, что наличие интерфейсов приводит также к смешиванию состояний в Δ -долинах $(0,0,k_0)$ и $(0,0,-k_0)$ и снятию орбитально-долинного вырождения. Такое не зависящее от спина расщепление много больше спинового, но заметно меньше энергии размерного квантования.

Литература

- [1] L.E. Golub and E.L. Ivchenko, Phys. Rev. B 69, 115333(1-5) (2004).
- [2] M.O. Nestoklon, L.E. Golub, E.L. Ivchenko, "Spin and valley-orbit splittings in SiGe/Si heterostructures", Phys. Rev. B 73, 235334 (2006).
- [3] A. M. Tyryshkin, S. A. Lyon, W. Jantsch, and F. Schaffler Phys. Rev. Lett. 94, 126802 (2005).

Получение адсорбентов на основе наноструктурированных углеродных кластеров и использование их для очистки водных сред

Никонова В.Ю.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт

1. При проведении работы был получен высокоактивный адсорбент на основе наноструктурированных углеродных кластеров для комплексной очистки питьевой воды. Адсорбционная емкость полученного материала превосходит аналогичный показатель используемого в настоящее время адсорбента по отношению к растворимым в воде органическим соединениям в 2-3 раза, по отношению к ионам металлов в 2-4 раза и отличается высокими бактерицидными показателями. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Сорбционная способность модифицированных АУ по отношению к органическим растворителям в воде

Образец	Поглотительная способность по веществам, мг/г						КОЕ, шт/мл
	хлорбензол	о-ксилол	бутанол-1	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Ag ⁺	
АУ исходный	1,05	0,69	0,30	53	110	161	600
АУ+ F	1,83	0,99	0,66	230	160	300	0

2. При проведении работы так же был получен высокоактивный материал который может быть применен для адсорбции липопротеидов низкой плотности из плазмы крови при лечении атеросклероза адсорбционными методами. Полученные материалы отличаются высокой адсорбционной емкостью и биосовместимостью по сравнению с традиционными гемосорбентами.

Таблица 2 — Величина адсорбции липопротеидов низкой плотности модифицированных адсорбентов

Фуллерен	Растворитель	Содержание фуллерена, %	Значение величины адсорбции, мкг/пробу
ФАС			13
КСК-1			25
C _Σ	CCl ₄	0,1	38
	Бутанол-1	0,1	26
	О-ксилол	5	43
C ₆₀	CCl ₄	1	39
	О-ксилол	0,1	41
		2	44

Формирование оптических микроэлементов методом фазово-структурной модификации стеклокерамики излучением YAG:Nd-лазера

Новиков Б. Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики

Целью данной работы являлось исследование технологии создания оптических микроэлементов методом фазово-структурной модификации стеклокерамики (конкретно ситалла СТ-50) при использовании излучения YAG:Nd-лазера с длиной волны $\lambda = 1,064$ мкм. В поставленные для выполнения задачи входило определение зависимости параметров формируемых оптических микроэлементов от условий обработки, исследование протекания процесса модификации, определение оптимальных режимов обработки.

В процессе работы использовались следующие методы исследования: для контроля режима обработки материала — бесконтактное измерение температуры при помощи оптического микропирометра; для контроля процесса модификации — наблюдение изменения интенсивности проходящего через область модификации излучения вспомогательного полупроводникового лазера при помощи фотодиодов, подключённых к осциллографу; для определения оптических характеристик формируемых областей модификации — снятие спектра пропускания при помощи спектрографа.

За период, прошедший с момента подачи заявки на грант, были точно определены оптимальные режимы обработки исходного ситалла и его аморфной модификации для получения требуемых параметров. Были измерены такие характеристики фазово-структурной модификации ситалла, как требуемая скорость изменения температуры, время модификации, кинетика изменения фазы, которые ранее находились только при расчёте. Проводились эксперименты по формированию оптических микроэлементов при совмещении на одном образце воздействия YAG:Nd-лазера (для аморфизации) и CO₂-лазера (для обратной кристаллизации). Были осуществлены попытки получения точечных и цилиндрических линз с максимально коротким фокусом, что является более предпочтительным для оптических микроэлементов, составляющих интегрально-оптические схемы.

По итогам работы показано, что формирование оптических микроэлементов на ситалле СТ-50 при помощи YAG:Nd-лазера имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием CO₂-лазера, а характеристики областей фазово-структурной модификации, формируемых при помощи различных лазеров, аналогичны.

Эрозия электродов в импульсной дуге высокого давления с током до 1.5 МА

Пинчук М.Э.

Институт электрофизики и электроэнергетики РАН

В разрядах мегаамперного диапазона при высоком и сверхвысоком давлении канал разряда сжимается из-за тепловой контракции и пинч-эффекта. В этом случае средняя по электроду величина плотности тока j может достигать 10^6 - 10^7 А/см². Плотность потока энергии на электроды q в указанных условиях становится сопоставимой с плотностью потока лазерного излучения умеренной и большой мощности. При этом, также как и под воздействием лазерного излучения, образуются эрозионные струи, приводящие к резкому росту падения напряжения в зонах, находящихся вблизи электродов.

Оценка времени начала эрозионной струи соответствует зарегистрированному времени увеличения падения напряжения вблизи электродов. Приводятся оценки соотношения массы эродировавшего электрода между жидкой и газообразной фазой в зависимости от величины q , а также экспериментальные данные по эрозии анода и катода при токах до 1.5 МА и j до 2×10^6 А/см².

При $q \sim 10^9$ Вт/см² разряд горит целиком в парах эродировавшего материала электрода. При этом величина удельной эрозии 4×10^{-2} г/Кл соответствует эрозии, возникающей при образовании лунки под действием лазерного излучения.

Подтверждено существование нового типа эрозии в виде симметричного выброса со всей поверхности торцов электродов. Он связан с нарушением баланса между давлением над поверхностью электрода, которое уравнивает магнитную силу, и давлением в глубине поверхностного слоя торца электрода.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Правительства Санкт-Петербурга (грант PD06-2.0-168, Конкурсный Центр Фундаментального Естествознания при Губернаторе Санкт-Петербурга).

Наноструктурные стеклокерамические покрытия для защиты углеродных материалов в экстремальных условиях

Плотникова А.С., Жабрев В.А.

Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН

В системе ZrB_2 - $MoSi_2$ - SiO_2 синтезированы антиокислительные покрытия для защиты углеродных материалов при температурах 1100-1400°C. Защитные свойства покрытий обеспечиваются газонепроницаемой пленкой, образующейся в результате окисления исходных соединений и взаимодействия продуктов окисления между собой.

Исследовано влияние дисперсности частиц SiO_2 на защитные свойства синтезируемого стеклокристаллического слоя. Были использованы золи кремниевой кислоты с размером частиц основной фракции 7, 12, 20 и 70 нм; кварцевые песок и стекло с размером частиц 63 и 70 мкм, соответственно. Установлено, что наилучшими характеристиками обладают покрытия $\text{ZrB}_2\text{-MoSi}_2$ с добавлением наноразмерных зольей SiO_2 , причем, чем меньше частицы оксида кремния, тем выше скорость образования герметизирующего защитного слоя. Покрытия отличаются высокой термостабильностью в процессе длительной эксплуатации.

Покрытия имеют сложную гетерогенную структуру — в стекломатрице распределены микро-, ультра- и нанодисперсные частицы оксидов (ZrO_2 , ZrSiO_4 и др.).

Проведен кинетический анализ гетерогенных процессов взаимодействия при формировании стеклокристаллического герметизирующего слоя. Установлено, что формирование покрытий является результатом сочетания параллельных и последовательных гетерогенных взаимодействий с резким замедлением скорости подвода кислорода. Выявлены кинетически-значимые стадии процесса и факторы, его определяющие. Многостадийная гетерогенная реакция рассмотрена на основе разных кинетических моделей, определены кинетически-значимые стадии сложной гетерогенной реакции и характеризующие их параметры взаимодействия.

Разработанные покрытия позволяют существенно повысить температуру эксплуатации, продлить срок службы изделий и деталей из углеродных материалов. Преимуществом технологии разработанных покрытий является возможность их формирования непосредственно в процессе эксплуатации. Углеродные материалы с защитным покрытием являются перспективными для использования в ракетной технике, цветной и черной металлургии.

Фазовые и электрооптические свойства жидких кристаллов вблизи перехода из изотропной фазы в Сметтик-А

Рогожин В.Б.

Санкт Петербургский государственный университет

Как было показано ранее [1,2], электрическое двулучепреломление (ЭДЛ) в изотропном расплаве смектических-А жидких кристаллов характеризуется рядом особенностей. Так, расходимость K при приближении к температуре фазового перехода T_c в изотропных расплавах смектиков-А выражена гораздо слабее, чем в расплавах нематиков. При этом разность между T_c и температурой T^* мнимого фазового перехода второго рода может достигать десятков градусов, что существенно превосходит величину $(T_c - T^*) \leq 1 K$ для нематиков.

Для объяснения электрооптических свойств смектиков-А нами использована теория Ландау — Де Жена. С учетом взаимодействия ориентационного и координационного параметров порядка, было получено соотношение, связывающее

разность $T_c - T^*$ с феноменологическими коэффициентами разложения свободной энергии изотропного расплава в ряд по этим параметрам порядка. Продемонстрирована пропорциональность вышеуказанной разности температур величине ориентационного параметра порядка при температуре перехода в жидкокристаллическую фазу. Показано, что постоянная Керра K расплава изменяется пропорционально $1/(T-T^*)$ независимо от того, происходит переход в нематическую или в смектическую-А фазу. Такой характер температурной зависимости K соответствует предсказанному в работе [3] на основе расчетов, выполненных с использованием теории Мак-Миллана [4].

Из уравнения неразрывности и разложения функции свободной энергии по степеням ориентационного и координационного параметров порядка получено соотношение, связывающее время τ , характеризующее релаксацию ориентационного параметра порядка, с феноменологическими коэффициентами разложения функции свободной энергии. Показано, что время τ в расплаве изменяется пропорционально $1/(T-T^*)$ независимо от того, происходит переход в нематическую или в смектическую-А фазу. Впервые установлено, что абсолютное значение τ может зависеть от природы возникающей упорядоченной фазы.

Работа поддержана грантом Правительства Санкт-Петербурга М06-2.4К-65 и грантом РФФИ 06-03-32686-а.

Литература

- [1] Рогожин В.Б., Полушин С.Г., Рюмцев Е.И., Лезов А.В. // Жидкие кристаллы и их практическое использование. Иваново. 2005. Вып. 3-4. С. 110-114.
- [2] Полушин С.Г., Рогожин В.Б., Рюмцев Е.И., Лезов А.В. // Журнал физической химии, 2006, Т.80, N7. С. 1164–1169.
- [2] Mukherjee P.K., Pleiner H., Brand H.R. // Eur. Phys. J. E. 2001. V. 4. P. 293.
- [3] Attard G.S., Luckhurst G.R. // Chem. Phys. Lett. 1985. V. 117. P. 523.
- [4] McMillan W.L. // Phys.Rev. A. 1971. V. 4. P. 1238.

Трехканальные пеленгационные чувствительные элементы системы АСН

Савинов М. В.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В исследовательской работе, поддержанной грантом от правительства Санкт-Петербурга, рассматривается статистическая задача оптимальной обработки информативного локационного сигнала, определение, анализ и подтверждение характеристик устройства, реализующего такую обработку. При рассмотрении за основу положено что, измерение двух угловых координат, необходимо производить с различной точностью. При этом показано, что информативный сигнал может быть представлен совокупностью отсчетов, описывающих эллипс в плоскости пеленгования. Было определено, что потенциальные характеристики точности измерений зависят только от параметров эллипса и не зависят от чис-

ла используемых отсчетов (каналов), если их расположение соответствует определенной в работе закономерности. В этом случае наибольший практический интерес представляет трехотсчетный чувствительный элемент (ЧЭ), имеющий минимально необходимую структуру. Произведен пространственный статистический синтез данного ЧЭ по критерию максимального правдоподобия, и получены алгоритм работы и структура ЧЭ, которые обеспечивают получение оптимальных оценок измеряемых углов. Анализ синтезированного ЧЭ и его сравнение с используемым в настоящее время моноимпульсным фазово-фазовым ЧЭ показывает, что положительный эффект проявляется в повышении точности измерения угловых координат при низких отношениях сигнал-шум, вплоть до двукратного снижения дисперсии флюктуационной погрешности.

Дополнительный, причем весьма существенный положительный эффект достигается на уровне антенного звена в виде плоского эллипса. При этом точность измерения угловых координат может быть увеличена до 30% за счет улучшения пеленгационной чувствительности. Выполнен анализ работы ЧЭ в составе контура сопровождения цели — системы АСН. Показано, что при работе в диапазоне низких отношений сигнал шум, когда срыв сопровождения цели обуславливающейся шумами приемных каналов, наиболее вероятен, положительный эффект от применения трехотсчетного ЧЭ позволяет существенно снизить эту вероятность, что позволяет до 5 раз увеличить среднее время до срыва сопровождения. Так же к достоинствам исследуемого ЧЭ можно отнести упрощение его структуры, за счет устранения избыточности. Результаты исследований, выполненных в работе могут быть полезны в области построения систем гражданского и военного назначения, а в частности при разработке и построении оптимальных пеленгационных чувствительных элементов.

Реактивное ускорение пеллета в неоднородном магнитном поле токамака

Сениченков И.Ю., Гусаков П.Е.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Инжекция твердых макрочастиц — пеллетов — является в настоящее время одним из самых перспективных способов подпитки топливом будущего термоядерного реактора ИТЭР, строительство которого уже начато во Франции. Основной задачей ввода топлива является доставка вещества пеллета в центральные наиболее горячие области токамака, где оно сможет вступить в термоядерную реакцию.

Важными характеристиками инжекции пеллета являются его скорость испарения и глубина проникновения. До недавнего времени при анализе и построении теоретических моделей испарения пеллета предполагалось, что траектория пеллета прямолинейна, и он летит с постоянной скоростью. Однако в последние годы на токамаке ASDEX-Upgrade было обнаружено, что пеллет ускоряется в

направлении внешнего обвода тора. При этом ускорение так велико, что за время испарения пеллета его скорость меняется на величину, сравнимую с исходной. Это значит, что траектория пеллета существенно искривляется, и ее нельзя считать прямолинейной. При этом оставалось неясно, чем обусловлено это ускорение, как оно зависит от параметров плазмы и пеллета, и каким оно будет в реакторе ИТЭР, и почему до недавних экспериментов на ASDEX-Upgrade никем не наблюдалось.

В представленной работе впервые указан физический механизм возникновения ускорения — асимметричное экранирование пеллета, вызванное тем, что окружающее пеллет облако дрейфует в скрещенных полях в направлении внешнего обвода. Показано, что асимметричное экранирование вызывает неравномерное испарение пеллета и реактивную силу, обусловленную нескомпенсированным импульсом, уносимым отрывающимися с поверхности пеллета атомами. Получены выражения для такого ускорения, найдена зависимость от температуры и плотности фоновой плазмы и размеров пеллета. Величина ускорения неплохо согласуется с экспериментальными данными с токамака ASDEX-Upgrade.

Отмечено, что ускорение тем больше, чем больше скорость испарения пеллета и чем больше температура плазмы токамака. Этим объясняется то, что в ранних экспериментах, когда параметры плазмы были меньше и скорость испарения была тоже меньше чем сегодня, заметного искривления траектории пеллета и его ускорения не наблюдалось.

Выполнены расчеты для параметров реактора ИТЭР.

Затухание Ландау в нейтронных звёздах

Штернин П.С.

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН

В работе изучены кинетические свойства сильновырожденной релятивистской плазмы, обусловленные кулоновскими столкновениями частиц. Столкновения в плазме осуществляются посредством обмена плазменными волнами, т.н. плазмонами. В нерелятивистской плазме столкновения, в основном, определяются обменом продольными плазмонами, что отвечает обычному закону Кулона. В релятивистской плазме столь же существенным становится магнитное взаимодействие между токами движущихся зарядов (закон Ампера), которое отвечает обмену поперечными плазмонами. В существующей литературе учет релятивистских поправок производился в предположении, что электродинамические свойства среды одинаковы для продольных и поперечных плазмонов. Вместе с тем, характер распространения продольных и поперечных волн в вырожденной плазме существенно различен. Продольные плазменные волны испытывают статическое экранирование на расстояниях, больших радиуса Томаса-Ферми, тогда как поперечные волны испытывают бесстолкновительное затухание Ландау. Характерный радиус обрезания поперечных взаимодействий в вырожден-

ном веществе оказывается на несколько порядков больше чем радиус экранирования продольных взаимодействий. Корректное рассмотрение динамического экранирования приводит к тому, что поперечное взаимодействие становится доминирующим в релятивистской плазме, на порядки повышая частоту кулоновских столкновений по сравнению с расчётами, ошибочно предполагающими одинаковую статическую экранировку как продольных так и поперечных взаимодействий.

Рассмотрена электронная теплопроводность вырожденного вещества, обусловленная электрон-электронными столкновениями. Полученные результаты справедливы для произвольной степени релятивизма вырожденной плазмы и произвольного соотношения между температурой вещества и электронной плазменной температурой. Наиболее интересным оказывается случай сильнорелятивистской плотной вырожденной плазмы. При понижении температуры теплопроводность, обусловленная электрон-электронными взаимодействиями перестаёт зависеть от температуры и зависит только от плотности вещества.

Рассмотрены электронная и мюонная теплопроводность и электропроводность вещества ядер нейтронных звёзд. Электроны и мюоны во внешнем ядре представляют собой практически идеальные вырожденные газы, нуклоны (протоны и нейтроны) образуют сильновырожденную ферми-жидкость, которая, кроме того, может находиться в сверхтекучем состоянии. Показано, что для условий, характерных для ядер нейтронных звёзд, электронные (и мюонные) кинетические коэффициенты определяются поперечными кулоновскими столкновениями. В случае несверхтекучего вещества они ведут себя нехарактерным для обычных ферми-жидкостей образом, что проявляется в существенном изменении характера их температурной зависимости. Такое поведение кинетических коэффициентов обусловлено затуханием Ландау поперечных плазменных волн. В случае сверхтекучего вещества электродинамические свойства среды кардинально меняются. Тем не менее, электронный и мюонный транспорт продолжает определяться поперечными соударениями в плазме. Учёт протонной сверхтекучести формально восстанавливает стандартное для ферми-жидкости температурное поведение теплопроводности, в то время как электропроводность вещества экспоненциально растёт.

Результаты работы представлены в виде простых аналитических и подгоночных формул и могут быть использованы для любого уравнения состояния вещества нейтронных звёзд.

Фазовое разделение и кристаллизация в наноразмерных силикатных пленках, содержащих бор и гадолиний

Смирнова И.В.

Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН

Объекты исследования. В качестве объектов исследования были выбраны пленкообразующие золи на основе тетраэтоксисилана, $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$. Было приготовлено несколько вариантов зольей с различной комбинацией неорганических допантов (бора и редкоземельного элемента гадолиния) при различной их концентрации.

В качестве органических добавок были использованы следующие олигомеры: полиэтиленгликоль (ПЭГ), имеющий 2 концевые ОН-группы; полигидроксиполиуретанмочевина (ПОУМ), с 6-ю концевыми ОН-группами, а также четырехлучевой гиперразветвленный полимер (ГРП), имеющий 64 ОН-группы на оболочке молекулы.

Из зольей формировались пленки, нанесение осуществлялось с использованием центрифуги при скорости вращения 2500 об./мин. В качестве подложек использовались кремниевые пластины КЭФ-20, ориентированных в кристаллографической плоскости $\langle 100 \rangle$. Термическая обработка пленок проводилась при 250 и 500°C в атмосфере кислорода в течение 15 минут. Для исследования использовались также пленки, не подвергавшиеся термической обработке.

Результаты работы:

1. Введение нитрата гадолиния в количестве 5 мас. % (в пересчете на оксид Gd_2O_3 в силикатной пленке) приводит к процессам фазового разделения и кристаллизации в тонком слое на поверхности силикатных пленок, полученных методом золь-гель технологии. При увеличении концентрации гадолиния наблюдается укрупнение кристаллов и распад раствора по спинодальному механизму.
2. Обнаружено, что введение соединений бора препятствует выпадению кристаллитов на поверхности силикатной пленки при его совместном введении с Gd.
3. Введение малых количеств органических добавок значительно изменяет морфологию и рельеф поверхности боросиликатных пленок. По результатам ВТ и АСМ показано, что введение органических добавок способствует возникновению ликвационных явлений в боросиликатной пленке с образованием взаимопроникающих фаз.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 04-03-32509-а), гранта мэрии Санкт-Петербурга (код гранта М06 — 3.6К — 76), а также гранта Президента Российской Федерации для поддержки ведущих научных школ (грант НШ — 9858.2006.3).

Особенности утилизации D-ксилозы мутантными штаммами дрожжей *tannophilus*

Трушникова Е.П.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт

Целью нашей работы являлось получение мутантов дрожжей *Pa.tannophilus* с измененным катаболизмом D-ксилозы и изучение их способности к утилизации этого сахара.

Для получения мутантных клонов дрожжевую суспензию гаплоида *Pa.tannophilus* 22-Y-1532 обрабатывали раствором 1-метил-3-нитро-1-нитрозогуанидина (НГ). Отбор и идентификацию мутантных клонов проводили методом отпечатков колоний, выросших после обработки НГ на серию чашек Петри с селективными средами (D-ксилоза или этанол в качестве единственного источника углерода).

Нами было получено 37 мутантных штаммов с различными нарушениями катаболизма D-ксилозы. 9 из них были отобраны для дальнейшего исследования: 2 — etOH-, 2 — xylOH-, 2 — xylOH-etOH-, 2 — xyl-xylOH-etOH-, 1 — xylOH+.

Была проведена микроаэробная ферментация D-ксилозы этими мутантами, по окончании которой были определены степень потребления D-ксилозы, прирост биомассы, выход ксилита и выход этанола. Также была проанализирована активность ферментов начального этапа метаболизма D-ксилозы — ксилоредуктазы и ксилитдегидрогеназы.

Два штамма, 390- и 442-22-Y-1532, показали повышенную продуктивность этилового спирта: 59 и 63% от теоретически возможного. Они также показали наиболее полное потребление D-ксилозы. Хотя их биотехнологические характеристики были схожи, они характеризовались разными фенотипами: 390-xylOH- +etOH- (слабый рост на селективных средах с ксилитом и этанолом), 442 — xylOH- (слабый рост на среде с ксилитом). Активность NADH- и NADPH-зависимой ксилоредуктазы у этих штаммов была в 1,5 раза ниже чем у контроля. Активность ксилитдегидрогеназы почти не отличалась.

Также был получен штамм, 664-22-Y-1532, фенотип xyl-xylOH-etOH- (слабый рост на селективных средах с ксилитом и этанолом), который синтезировал ксилит в повышенных количествах — около 30% от теоретически возможного. Активность NADPH-зависимой ксилоредуктазы у него была в 2 раза ниже чем у контроля, в то время как активность NADH-зависимой была в 3,5 раза более низкой. При этом активность NAD-зависимой ксилитдегидрогеназы была снижена незначительно. Подобное соотношение активности этих ферментов приводит к развитию кофакторного дисбаланса и, как следствие, накоплению ксилита.

Мутантные штаммы 390-, 442- и 664-22-Y-1532 показали довольно высокий коэффициент образования этилового спирта и ксилита от теоретического макси-

мума. Это указывает на возможность оптимизации конверсии D-ксилозы этими штаммами в целевые продукты либо путем более полной утилизации субстрата, либо путем снижения доли биомассы в продуктах ферментации.

Синхронизация пятнообразовательной деятельности на Солнце

Золотова Н.В.

Санкт-Петербургский государственный университет

Рассмотрена проблема синхронизации пятнообразовательных процессов Северного и Южного полушарий. С использованием нелинейной методики рекуррентных графиков для среднемесячных площадей солнечных пятен была обнаружена их фазовая квазипериодическая отложенная синхронизация по полушариям.

Процедура распознавания образов с помощью преобразования Хафа позволяет выявлять синхронизацию временных рядов. В результате применения данной методики ежедневным данным площадей солнечных пятен северного и южного полушарий Солнца удается выделять отдельные эпизоды синхронизации процессов в обоих полушариях. Однако, согласно специфике построения этих рядов данных, проследить непрерывную эволюцию центра солнечной активности можно только на видимой части полусферы. Таким образом, обнаружить синхронизацию можно лишь на временах не более 13 дней, что соответствует половине оборота Солнца.

С использованием методики разложения по эмпирическим модам и их последующего вейвлетного и кросс-вейвлетного анализа показано, что синхронизация пятнообразовательной активности прослеживается лишь по низкочастотным составляющим сложного солнечного сигнала. Его высокочастотные компоненты демонстрируют хаотическое поведение во времени, промодулированное 11-летней составляющей. Здесь выражена синхронизация по амплитуде, фазовые распределения носят беспорядочный характер, что говорит о сильном фазовом перемешивании.

Фрактальная структура силикофосфатных протонпроводящих нанокompозитов

Цветкова И.Н.

Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН

Перспективными материалами для протонпроводящих мембран водородных топливных элементов среднего температурного диапазона являются силикофосфаты, в том числе получаемые по золь-гель технологии. Однако их гидролитическая неустойчивость и зависимость параметров от температуры и влаж-

ности окружающей среды побуждает исследователей искать пути улучшения свойств таких материалов. Опыт зарубежных исследователей [1] и наш собственный [2,3] показал, что формирование силикофосфатных мембран в виде тонких пленок, а также модификация силикофосфатов рядом органических и неорганических добавок улучшает их технологические и эксплуатационные характеристики.

Целью данной работы является определение корреляционных связей между условиями золь-гель синтеза и фрактальными свойствами получаемых силикофосфатных материалов обладающих высокой протонной проводимостью (порядка $10^{-2} - 10^{-3}$ S/см).

С использованием метода малоуглового рентгеновского рассеяния исследована фрактальная структура силикофосфатных нанокомпозитов и выявлены корреляционные связи между этими фрактальными и диэлектрическими характеристиками.

Установлено, что формирование органо-неорганических золь-гель систем приводит к образованию многоуровневых фрактально агрегированных нанокомпозитов. Фрактальные характеристики последних существенно зависят от состава исходного золя и от условий синтеза. Выяснено, что на формирование фрактальной структуры в сильноокислой среде (РН = 1) на этапе получения золя существенное влияние оказывает порядок смешивания компонентов, в слабоокислой кислой среде (РН = 4) изменений во фрактальной структуре при различном порядке смешивания компонентов не обнаружено. Также, замечено, что в нанокомпозитах с олигомерными солями четвертичного аммония почти во всех случаях на первом фрактальном уровне образуется поверхностный фрактал.

Данные диэлектрической релаксационной спектроскопии свидетельствуют, что уровни удельной ионной проводимости в решающей степени зависят от характера структурной организации материала, которая, в свою очередь, определяется режимами его приготовления. Гомогенизация исходного золя ультразвуковой обработкой оказалась наиболее эффективным методом обеспечения максимальных уровней протонной проводимости ($\sim 3 \cdot 10^{-2}$ См/см).

Работа поддержана грантом РФФИ 06-0332893 и персональным грантом для молодых специалистов Администрацией Санкт-Петербурга (М 06-3.6К-125).

Литература

- [1] A. Matsuda, K. Hirata, M. Tatsuminago, T.J. Minami *Journal of the Ceramic Society of Japan* 108 1 45 (2000)
- [2] В.В. Шилов, О.А. Шилова, Л.Н. Ефимова и др. *Перспективные материалы* 3 31 (2003)
- [3] А.П. Шпак, В.В. Шилов, О.А. Шилова, Ю.А. Куницкий *Диагностика наносистем. Многоуровневые фрактальные наноструктуры Ч. II.* (Киев: Академперіодика) 112 с. (2004)

Синтения геномов гороха и модельных бобовых — ключ к выяснению нуклеотидных последовательностей генов гороха

Жуков В.А.¹, Борисов А.Ю.¹, Ворошилова В.А.¹, Кузнецова Е.В.¹, Овчинникова Е.С.¹, Пинаев А.Г.¹, Розов С.М.², Рычагова Т.С.¹, Цыганов В.Е.¹, Штарк О.Ю.¹, Madsen L.H.³, Moffet M.D.⁴, Radutoiu S.³, Stougaard J.³, Weeden N.F.⁴, Тихонович И.А.¹

¹ Всероссийский Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН, Россия

² Институт цитологии и генетики, Россия

³ Department of Molecular Biology, University of Aarhus, Denmark

⁴ Department of Plant Science and Plant Pathology, Montana State University, MT USA

Синтения геномов, то есть одинаковый порядок расположения родственных генов на хромосомах различных растений, является одним из активно обсуждаемых феноменов молекулярной биологии и геномики. Данный феномен позволяет, в частности, выяснять первичные последовательности генов хозяйственно ценных бобовых растений (горох, соя, фасоль, арахис), используя знания о генах модельных объектов (диплоидная люцерна, лядвенец японский), более детально изученных в отношении их генетики.

Для использования синтении необходимо локализовать изучаемый ген на хромосоме, затем выявить в соответствующем регионе генома модельного объекта так называемый ортологичный ген (сходный по происхождению, нуклеотидной последовательности и выполняемой функции) и на основании его нуклеотидной последовательности определить последовательность нуклеотидов изучаемого гена. «Прочтение» первичной последовательности гена дает возможность предсказания структуры, биохимических функций и биологической роли его белкового продукта.

Комбинируя методы классического генетического анализа и современные молекулярно-биологические подходы, мы выяснили, что симбиотический ген *Sym37* гороха (*Pisum sativum* L.) является ортологом гена *NFR1* модельного бобового лядвенца японского (*Lotus japonicus* (Regel.) K.Larsen) и кодирует рецепторную киназу, опознающую сигнальные молекулы бактерий-микросимбионтов. Обнаружение нуклеотидных и соответствующих им аминокислотных замен у мутантов по *sym37* и анализ фенотипов этих мутантов позволяет пролить свет на роль отдельных доменов этого белка в каскаде передаче сигнала от рецептора в ядро клетки.

Локализовать «ген интереса» в геноме возможно относительно генов с известным положением на хромосоме, используя последние в качестве «якорных маркеров». Сходство геномов гороха и диплоидной люцерны (*Medicago truncatula* Gaertn.) позволяет использовать «пробы» для генов люцерны для работы на горохе. К настоящему моменту с применением этого подхода 3 гена гороха, отве-

чающие за рост и развитие, – *sym27*, *crt* и *cochleata* – локализованы в V группе сцепления гороха. Проводится поиск вероятных ортологов упомянутых генов у люцерны, что позволит в дальнейшем выяснить первичную последовательность «генов интереса» у гороха.

Результаты работы демонстрируют возможность использования синтении генов бобовых растений для выяснения нуклеотидной последовательности генов гороха. Определение биологической роли продуктов симбиотических генов гороха позволит разработать научные принципы управления симбиотическими системами, что будет использовано в практике «адаптивного» земледелия современного сельского хозяйства.

Работа была поддержана Государственными контрактами (02.445.11.7492 и 02.434.11.7122), грантами Президента (НШ-9644.2006.4), РФФИ (06-04-01856, 07-04-01171, 07-04-01558) и GLIP TTC FOOD-СТ-2004-506223).

Полупроводниковый лазер с искривлёнными штрихами распределённого брегговского зеркала

Дюделев В.В.

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН

В настоящее время в мире проявляется большой интерес к созданию мощных одночастотных одномодовых источников лазерного излучения, которые находят свое применение во многих областях науки и техники, таких как фотомедицина, накачка нелинейных кристаллов и твердотельных лазеров и др. Однако предложенные к настоящему времени конструкции не обеспечивают высокой мощности при сохранении возможности частотного и пространственного совершенства выходного излучения. В настоящей работе развивается выдвинутая ранее [1] идея фокусировки излучения в лазере, штрихи дифракционной решетки которого представляют собой дуги концентрических окружностей, обеспечивая фокусировку всех мод лазерного излучения в общий фокус в плоскости р-п-перехода. Это является принципиальным отличием геометрии предлагаемого лазера от "обычной" конструкции, где "геометрический источник" излучения любой моды высшего порядка существенно сдвинут по длине резонатора относительно "источника" излучения нулевой моды, что препятствует фокусировке неодномодового излучения. Нами исследовано качество фокусировки выходного излучения в зависимости от фокусного расстояния, ширины выходного зеркала и параметра обратной связи дифракционной решётки. Показано, что размер фокусного пятна уменьшается с увеличением апертуры и с улучшением "качества" решётки (т.е. с увеличением параметра обратной связи).

Литература

[1] G.S.Sokolovskii et al., IEEE Journal of Quant. El. **36**(12), 412, (2000)

Проекты молодых кандидатов наук

Структурная устойчивость инвариантных множеств виброударных систем

Крыжевич С. Г.

Санкт-Петербургский государственный университет

Рассматриваются одномерные колебания точечной массы под действием вынуждающей силы. Предполагается, что рассматриваемая точка имеет соударения с неподвижным ограничителем. В промежутках между ударами движение описывается уравнением

$$x'' = f(t, x, x') \quad (1)$$

Считаем, что f — функция, непрерывная и C^1 -гладкая по x и x' на \mathbb{R}^3 , периодическая по t с периодом $T > 0$. Обозначим $f_0(t) = f(t, 0, 0)$. Уравнение (1) сводится к системе

$$x' = y, \quad y' = f(t, x, y) \quad (2)$$

Предполагаем, что система (2) определена при $x \geq 0$, а при $x = 0$ имеет место удар, задаваемый следующими условиями. Пусть $z(t) = (x(t), y(t))$ — решение рассматриваемой системы.

1. Если $x(t_0) = 0$, а $y(t_0 - 0) \leq 0$, то для некоторой постоянной $r \in (0, 1]$

$$y(t_0 + 0) = -ry(t_0 - 0) \quad (3)$$

2. Если $z(t_0 - 0) = 0$ и при этом $f_0(t_0) \leq 0$, а t_1 — максимальное число, такое, что $f_0(t) \leq 0$ на отрезке $I = [t_0, t_1]$, то $z(t)|_I \equiv 0$.

Условимся обозначать систему, заданную уравнениями (2) и условиями удара (3), символом $(*_r)$. Введем в рассмотрение функцию $\chi_-(x)$, определенную формулами $\chi_-(x) = 0$, если $x \geq 0$; $\chi_-(x) = 1$, если $x < 0$. Для фиксированного значения $r \in (0, 1]$ положим $\alpha = -\ln(r)/\pi$.

Рассмотрим отображение $g(t, x, y)$, периодическое с периодом T по первому аргументу, непрерывное и C^1 -гладкое по второму и третьему аргументам и малое по норме в C^0 вместе со своими производными по x и по y . Рассмотрим системы

$$x' = y, \quad y' = f(t, x, y) + g(t, x, y) - 2\alpha\mu\chi_-(x)x' - \mu^2\chi_-(x)x(1 + \alpha^2) \quad (4)$$

и

$$x' = y, \quad y' = f(t, x, y) + g(t, x, y) \quad (5)$$

Будем обозначать виброударные системы, описываемые уравнениями (5) и указанными выше условиями удара, символом $(*_r)$. Рассмотрим $z_r(t, t_0, z_0)$ - решение задачи Коши для системы $(*_r)$ с начальными данными $z(t_0) = z_0$, а также $z_{g,\mu,r}(t, t_0, z_0)$ и $z_{g,r}(t, t_0, z_0)$ - решения соответствующих задач для систем (4) и $(*_r)$ на тех участках времени, на которых они определены однозначно. Рассмотрим отображения Пуанкаре для систем $(*_r)$, $(*_r)$ и (4), заданные формулами: $G_r(z_0) = z(T, 0, z_0)$, $G_{g,r}(z_0) = z_{g,r}(T, 0, z_0)$, $G_{g,\mu,r}(z_0) = z_{g,\mu,r}(T, 0, z_0)$.

Теорема. Пусть $r_0 \in (0, 1]$ и отображение $G = G_{r_0}$ имеет гиперболическое компактное инвариантное множество $K \subset (0, +\infty) \times \mathbb{R}$, такое, что $z_{r_0}(t, 0, z_0) \neq 0$ для любого $z_0 \in K, t \notin [0, T]$. Пусть U — окрестность множества K , замыкание которой \bar{U} и его образ $G(\bar{U})$ не пересекаются с осью Oy . Положим $W = \{t, z : t \notin [0, T], z = z(t, 0, z_0), z_0 \in \bar{U}\}$. Справедливы следующие утверждения.

1) Для любого $\varepsilon > 0$ найдется такое $\delta > 0$, что если

$$r \in (r_0 - \delta, r_0 + \delta) \cap (0, 1], \quad \max_{(t,z) \in W} |g(t, z)| < \delta, \quad \max_{(t,z) \in W} |\partial g / \partial z(t, z)| < \delta \quad (6)$$

то отображение $G_{g,r}$ определено в некоторой окрестности U_0 компакта K в Λ и найдется

такой гомеоморфизм $h_{g,r} : K \rightarrow K_{g,r} \subset U_0$, что $\max_{x \in K} |h_{g,r}(x) - x| < \varepsilon$, а $K_{g,r}$ является гиперболическим инвариантным множеством гомеоморфизма $G_{g,r}$, причем $h_{g,r}(G(x)) = G_{g,r}(h_{g,r}(x))$ для любого $x \in K$.

2) Пусть $r_0 \in (0, 1]$. Для любого $\varepsilon > 0$ найдутся такие $\mu_0, \delta > 0$, что если $\mu > \mu_0$ и выполнены условия (5), то найдется такой гомеоморфизм $\eta_{g,\mu,r_0} : K \rightarrow K_{g,\mu,r_0} \subset \mathbb{R}^2$, что $\max_{x \in K} |\eta_{g,\mu,r_0}(x) - x| < \varepsilon$, а $K_{g,\mu,r_0}(x)$ — гиперболическое инвариантное множество гомеоморфизма $G_{g,\mu,r_0}(x)$, причем для любого $x \in K$ $\eta_{g,\mu,r_0}(G(x)) = G_{g,\mu,r_0}(\eta_{g,\mu,r_0}(x))$

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект 03-01-06493), Министерства образования РФ и Правительства Санкт-Петербурга (PD06-1.1-50), программы "Государственная поддержка ведущих научных школ" (2271.2003.1), научной программы Министерства образования РФ "Университеты России" и благотворительного фонда Владимира Потанина.

Исследование динамики механизмов транспортирования материалов швейных машин

Марковец А.В., Мазин Л. С.

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

Одним из наиболее сложных и нагруженных механизмов швейных машин является механизм транспортирования, обеспечивающий дискретное перемещение стачиваемых материалов вдоль игольной пластины на заданную длину стежка. Чаще всего указанное перемещение осуществляется зубчатой рейкой, имеющей сложный, как правило, рычажный привод. При перемещении стачиваемые материалы прижимаются к зубчатой рейке подпружиненной прижимной лапкой. Конструкции узлов прижимной лапки в зависимости от назначения швейной машины, типа обрабатываемых материалов, вида строчки могут различаться. Во многих отечественных и зарубежных швейных машинах прижимная лапка соединена со стержнем шарнирной связью.

Перемещение зубчатой рейки над игольной пластиной является кинематическим внешним воздействием на прижимную лапку. Так как связь зубчатой рейки со стачиваемыми материалами является неударживающей, то изменение кинематических внешних воздействий (рост числа оборотов главного вала швейной машины), изменением толщины и свойств стачиваемых материалов в процессе работы, может вызывать отрывы прижимной лапки от материалов в момент их транспортирования, что недопустимо.

В настоящей работе приводятся динамическая и математическая модели прижимной лапки, соединенной со стержнем шарнирной связью. В модели учитываются: нелинейность упруго-диссипативных свойств стачиваемых материалов и зубчатой рейки с приводом; неударживающая связь прижимной лапки со стачиваемыми материалами и зубчатой рейкой; изменение свойств и толщины стачиваемых материалов в период их прохождения под прижимной лапкой; возможность поворота зубчатой рейки относительно игольной пластины в процессе транспортирования материалов. Разработан алгоритм и программное обеспечение в системе инженерных и научных расчетов MATLAB для моделирования динамики исследуемой системы как в отсутствие, так и в момент прохождения шва под прижимной лапкой. Предлагается математическое описание кинематического внешнего воздействия, действующего со стороны зубчатой рейки через ткань на прижимную лапку с учетом шага транспортирования стачиваемых материалов, максимальной величины подъема зубчатой рейки над игольной пластиной, угла рабочего хода механизма транспортирования, поворота зубчатой рейки относительно игольной пластины в период транспортирования стачиваемых материалов. Приводятся результаты моделирования на ЭВМ динамики прижимной лапки, соединенной со стержнем шарнирной связью на примере механизма транспортирования швейной машины конструктивно-унифицированного ряда 31 класса.

Микромеханика акустической эмиссии гетерогенных материалов

Носов В.В.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Основой прогнозирования разрушения конструкционных материалов является наблюдение за кинетикой повреждений. Из всех средств неразрушающего контроля наиболее удачно такое наблюдение позволяет осуществить метод акустической эмиссии (АЭ). В качестве информативных при этом используется число регистрируемых импульсов или суммарная АЭ, частотный спектр АЭ, распределения амплитуд сигналов, временных интервалов между импульсами и др. Основные сложности в интерпретации результатов АЭ-наблюдений, проводимых, как правило, с позиций механики развития трещин, связаны с недостатком информации о параметрах микро разрушения, раскрывающей принципы перехода от параметров АЭ к параметрам кинетики трещинообразования.

С целью решения указанной проблемы была предложена и апробирована опирающаяся на положения кинетической теории прочности, микромеханики разрушения твёрдых тел и результаты исследований упругого излучения микромеханическая модель регистрируемого во времени t числа $N_{\Sigma}(t)$ импульсов АЭ:

$$N_{\Sigma}(t) = VC_0 \int_{U^H}^{U^B} \Phi(u) du \int_{\mu}^{\mu+\Delta\omega} \Psi(\omega) \{1 - \exp[-\int_0^t ds / \Theta(u_0, \omega(s))]\} d\omega = k_{AE} C, \quad (1)$$

где $\Theta(U_0, \omega(t)) = \tau_0 \exp\{[U_0 - \gamma\sigma(t)]/(KT)\}$ — среднее время ожидания разрушения одного структурного элемента, задаваемое формулой Журкова.

Каждый из входящих в (1) параметров имеет определенную природу:

- параметр $VC_0 \int_{U^H}^{U^B} \Phi(u) du = k_{AE} C_0$ характеризует количество источников потенциально регистрируемой АЭ; V - контролируемый объём материала; C_0 - концентрация структурных элементов в материале; $\Phi(u)$ — функция плотности распределения сигналов по амплитудам U ; U^H , U^B -нижний и верхний амплитудные пороги дискриминации измерительной аппаратуры; k_{AE} — акустико-эмиссионный коэффициент, (коэффициент подобия моделей процессов разрушения и упругого излучения, выдерживаемый примерно постоянным при корректных диагностических испытаниях).
- $\omega(t) = \gamma\sigma(t)/(KT)$ — параметр состояния, распределение которого по объёму описывается функцией $\Psi(\omega)$. Соотношение параметров функции $\Psi(\omega)$ характеризует степень неоднородности механического состояния материала; значения параметра γ являются характеристикой структура материала, слабо чувствительны к его химической природе; σ — напряжения на структурном элементе или его гранях.

- параметр U_0 (энергия активации процесса разрушения) не зависит от состояния структуры материала, определяется характеристиками межатомного взаимодействия структурного элемента.

Торцевые полупроводниковые лазеры с высокой температурной стабильностью длины волны лазерной генерации.

Новиков И.И.¹, Щукин В.А.^{1,2}, Гордеев Н.Ю.¹, Карачинский Л.Я.¹, Лифшиц Д.Д.¹, Максимов М.В.¹, Савельев А.В.¹, Шерняков Ю.М.¹, Ковш А.Р.³, Крестников И.Л.³, Михрин С.С.³, Леденцов Н.Н.^{1,2}, Бимберг Д.².

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

² Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Berlin, D-10623 Berlin, Germany

³ NL-Nanosemiconductor GmbH, 44227 Dortmund, Germany

В настоящей работе рассматриваются возможности улучшения температурной стабильности длины волны лазерной генерации торцевых полупроводниковых лазеров за счет использования в волноводе многослойной интерференционной структуры МИС [1]. МИС состоит из определенного количества (типично более 10) пар слоев с низким и высоким показателями преломления. Оптические моды распространяются в волноводе лазера под большим эффективным углом (обычно 60-65 градусов в GaAs) и сильно утекает в МИС. При этом МИС обеспечивает высокий коэффициент отражения лишь для конкретной оптической моды в очень узком диапазоне длин волн излучения. Другими словами, оптические потери в лазерной структуре являются сильно зависимыми от длины волны излучения, с минимумом на определенной длине волны. Если минимум достаточно резкий, тогда он и будет определять длину волны лазерной генерации. Таким образом, температурная стабильность длины волны генерации в данных лазерах определяется температурной зависимостью показателей преломления волновода и МИС и в несколько раз превосходит аналогичный параметр для традиционных торцевых излучателей. Дополнительным преимуществом лазеров на основе МИС является возможность значительного уменьшения вертикальной расходимости лазерного излучения за счет увеличения эффективной толщины волновода.

Был создан и исследован торцевой полупроводниковый лазер, работающий на наклонной моде. Лазер продемонстрировал температурную стабильность длины волны лазерной генерации на уровне $0.16-0.17 \text{ нм К}^{-1}$, что в два раза лучше, чем у традиционных лазеров. Ширина спектра лазерной генерации составила менее 0,6 нм. Однако дифференциальная эффективность и максимальная оптическая мощность лазеров с многослойной интерференционной структурой остаются недостаточно высокой (дифференциальная квантовая эффективность около 20 процентов, оптическая мощность около 2 Вт в непрерывном режиме).

Предлагаемая конструкция лазера сможет стать более дешевой альтернативой РОС-лазеру, за счет существенно более простой технологии изготовления. Высокая мощность излучения предлагаемого лазера делает его очень перспективным для использования в лазерный радарх (LIDAR).

- [1] N.N. Ledentsov and V.A. Shchukin, "Novel concepts for injection lasers", *Opt. Eng.*, vol. 41, pp. 3193–3203, December 2002.
- [2] N.N. Ledentsov, V.A. Shchukin, A.R. Kovsh, S.S. Mikhrin, I.L. Krestnikov, A.V. Kozhukhov, N.Yu. Gordeev, L.Ya. Karachinsky, M.V. Maximov, I.I. Novikov, Yu.M. Shernyakov, "Edge- and surface-emitting tilted cavity lasers", *Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng.*, Vol. 5722, pp. 19–30, (SPIE, 2005), Proc. SPIE Photonics West, January 23–28, 2005, San Jose, CA.

Подавление Френелевских потерь в источниках и приемниках излучения на основе InAs и его твердых растворов, в диапазоне длин волн 3–5 мкм.

Ременный М.А., Зотова Н.В.

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН

Интерес к созданию и совершенствованию свето- и фотодиодов для средней ИК области спектра (3–5 мкм) связан с возможностью их применения в портативных газоанализаторах и других приборах химического анализа. Применение таких приборов сдерживается невысокой эффективностью светодиодов и желательностью термоэлектрического охлаждения фотодиодов. Для увеличения эффективности вывода излучения из материала с высоким показателем преломления, в которых Френелевские потери на полное внутренне отражение составляют более 90% от генерируемых квантов, используют иммерсионные линзы, просветляющие покрытия, структурирование поверхности, встроенные резонаторы. Каждый из этих способов имеет свои достоинства. Создание встроенного микрорефлектора в светодиоде приводит к увеличению эффективности вывода излучения за счет отражения лучей от наклонных стенок микрорефлектора и их перенаправления к выходной поверхности под углами меньшими угла полного внутреннего отражения. В фотодиодах увеличение отношения принимающей площади к площади р-п перехода, приводит к соответствующему увеличению обнаружительной способности. Структурированная поверхность характеризуется меньшим коэффициентом отражения и большим углом полного внутреннего отражения, что приводит к увеличению эффективности вывода излучения. Использование иммерсионных линз является, по-видимому, наиболее действенным способом улучшения параметров свето- и фотодиодов, однако является возможным в случае реализации "флип-чип" конструкции диода, для которой характерно наличие свободной от контактов излучающей/принимающей поверхности.

В докладе обсуждаются влияние перечисленных выше факторов на увеличение мощности излучения в светодиодах на основе гетероструктур P-InAsSbP/n-InAsSb/n⁺-InAs, излучающих на длине волны 4.2 мкм (300 K), в которых полу-

чено суммарное увеличение квантовой эффективности более чем в 2 раза, а также на увеличение обнаружительной способности иммерсионных фотодиодов на основе InAs для интервала длин волн 3.0-3.5 мкм в которых достигнуто значение $D^* = 2 \times 10^{11} \text{ см}^2 \text{ Гц}^{1/2} / \text{Вт}$, что значительно превосходит параметры существующих фотодиодов. Высокое значение обнаружительной способности исследуемых фотодиодов обеспечивается наличием иммерсии, отношением оптической и электрической площадей 10:1, а также рядом особенностей конструкции чипа, таких как, наличие зеркального анода, покрывающего большую часть площади диода, и глубокой мезы, выполняющей функцию микроконцентратора принимаемого излучения.

Данные приборы могут служить основой для создания оптических сенсоров нового поколения для детектирования углекислого газа, метана и др. субстанций, имеющих характерные полосы поглощения в средней ИК области спектра

Квантовая эффективность светодиодных структур на основе AlGaInN при большой плотности тока накачки

Рожанский И.В., Закгейм Д.А.

Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН

В последнее время достигнуты значительные успехи в области эпитаксиального выращивания гетероструктур на основе AlGaInN и создания на их основе светодиодов, излучающих в видимой и ближней ультрафиолетовой области с высокими значениями внешней квантовой эффективности. Высокие эффективности делают возможным создание на основе таких светодиодов источников белого света, способных составить конкуренцию традиционным источникам освещения. Однако, помимо высокой квантовой эффективности, для подобных применений от светодиодов требуется также высокая мощность излучения. В то же время, для всех существующих на данный момент гетероструктур на основе нитридов третьей группы характерен довольно резкий спад эффективности (внешнего квантового выхода) с увеличением плотности тока накачки. Так, рекордные значения эффективности более 50% получены при токе 1 мА и выходной мощности $q \sim 1 \text{ мВт}$, а при выходной мощности излучения $q \sim 100 \text{ мВт}$ и токе $I \sim 100 \text{ мА}$ внешняя квантовая эффективность оказывается вдвое ниже [1]. Для типичных коммерческих светодиодных гетероструктур при возрастании тока накачки квантовый выход сначала растёт, а затем начинает падать, при этом максимум достигается при токе $I \approx 1 \div 10 \text{ мА}$, соответствующая характерная величина плотности тока составляет $J \approx 1 \div 10 \text{ А/см}^2$.

Рост квантового выхода при малых токах накачки принято связывать с конкуренцией процессов излучательной и безызлучательной рекомбинации в активной области [2], представляющей собой обычно одну или несколько квантовых ям. В то же время, падение квантового выхода при увеличении плотности тока накачки в настоящее время не имеет удовлетворительного объяснения. В дан-

ной работе на основе численного моделирования исследована зависимость эффективности электролюминесценции от тока накачки. Разработана диффузионно-дрейфовая численная модель для расчета транспорта носителей заряда с учетом особенностей, присущих гетероструктурам на основе AlInGaN, в частности наличия встроенных пьезоэлектрических полей. В результате численного моделирования показано, что рост внешнего квантового выхода при малых значениях плотности тока $J \sim 1 \text{ А/см}^2$ обусловлен конкуренцией между излучательной и безызлучательной рекомбинацией и определяется концентрацией дефектов и соответствующими скоростями рекомбинации, падение же квантового выхода при плотностях тока $J > 1 \text{ А/см}^2$ связано с ослаблением эффективности токоограничивающего слоя и уменьшением коэффициента инжекции дырок в активную область при увеличении прямого смещения на р-п переходе. Как показывают проведенные расчеты, для этого эффекта важную роль играют положение и реальный профиль легирования широкозонного токоограничивающего слоя и его состав, в частности, эффект заглупления энергетического уровня акцепторов при увеличении доли Al в $\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{N}$ в эмиттере, а также соотношение подвижностей основных и неосновных носителей заряда в р-области, определяемое доминирующими механизмами рассеяния. При этом расчетные зависимости весьма чувствительны к значениям указанных параметров, однако именно при значениях близких к полученным экспериментально, результаты численного моделирования показывают хорошее согласие с зависимостями внешнего квантового выхода от тока, характерными для AlGaInN-гетероструктур. Полученный результат свидетельствует в пользу того, что наблюдаемый спад внешнего квантового выхода определяется зависимостью коэффициента инжекции носителей в активную область от плотности тока накачки. Нами предложена модификация светодиодной гетероструктуры, в которой активная область смещена в р-легированную область гетероструктуры. В такой структуре интенсивность рекомбинации носителей в активной области обусловлена не инжекцией дырок, как в обычных AlGaInN-гетероструктурах, а инжекцией электронов. В такой структуре спад эффективности с ростом тока накачки наблюдаться не должен.

[1] M. Yamada, et al., Jap. J. Appl. Phys., 41, 1431 (2002)

[2] V.F. Mymrin, et al., Phys. Stat. Sol. (c), 2 (7), 2928 (2005)

[3] I. V. Rozhansky, D. A. Zakheim, Phys. Stat. Sol., 3 (6), 2160-2164 (2006)

Квазимолекулярные состояния в легких ядрах

Ториров С.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет

Одной из главных проблем, возникающих при исследовании квазимолекулярных состояний в ядрах, является повышенная сложность расчетов в рамках микроскопической модели ядра, при приложении ее к данному вопросу. Будучи хорошо апробированной для области малых деформаций и "нормальных" усло-

вий, эта модель далеко не всегда оказывается работоспособной вне этих пределов. Попытки исправить положение учетом многочастичных корреляций и кластеризации, хотя и упрощают модель, но часто требуют введения дополнительных параметров, экспериментальное определение которых или затруднено, или вовсе невозможно. Таким образом можно сделать вывод о том, что "точные" микроскопические модели имеют мало преимуществ в рассматриваемой области перед моделями феноменологическими. Последние могут играть роль первого приближения. В данной работе рассмотрен случай "предельной" альфа-частичной модели, когда все ядро рассматривается как система слабозаимодействующих α -частиц. При рассмотрении взаимодействия в виде суммы кулоновского потенциала и потенциала Юкавы можно получить очень хорошее согласие с экспериментальными значениями энергий связи альфа-частичных ядер. Если теперь принять предположение, что такое же взаимодействие имеет место и при произвольных деформациях, то на основании простой модели можно рассматривать квазимолекулярную структуру ядер, имеющих экстремально большую деформацию. Пример такого расчета приведен на рисунке 1. Рассмотрены вращательные полосы в легких ядрах для деформаций, подобных цепным состояниям.

Основываясь на аналогичных предположениях можно произвести расчет энергий возбуждения для перехода ядер в состояние Бозеконденсата. Сравнение с "точными" квантовыми моделями на основе уравнения Хилла-Уиллера и Гросса-Питаевского показывает хорошее согласие, что может говорить о применимости такой модели для очень широкого круга задач.

Работа выполнена при поддержке Гранта Правительства Санкт-Петербурга PD06-1.2-76

Вязкоупругие модели внутрицепных релаксационных процессов и динамический модуль нематических эластомеров

*Тощевиков В.П.*¹, *Blumen A.*², *Готлиб Ю.Я.*¹

¹Институт высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербург

²University of Freiburg, Physical Institute, Freiburg, Germany

Нематические эластомеры [1-4] представляют собой сшитые полимеры, содержащие в составе макромолекул жесткие мезогенные фрагменты, склонные к образованию жидкокристаллической (ЖК) фазы. Эти системы уникально сочетают упругие свойства сетчатых полимеров и ориентационные свойства жидких кристаллов. За последние годы особое внимание уделялось изучению особенностей молекулярной подвижности таких систем [2-4]. Нематический эластомер в ЖК—фазе характеризуется двумя значениями комплексного модуля сдвига: $G_{\parallel}^* = G'_{\parallel} + iG''_{\parallel}$ и $G_{\perp}^* = G'_{\perp} + iG''_{\perp}$, соответствующими направлению скорости сдвига вдоль и поперек ЖК-директора [2, 3]. Феноменологическая теория [2] предсказывает характерную область максимума для частотной зависимо-

сти $G_{\parallel}''(\omega)$, которая отвечает релаксации ЖК- директора. Однако, этот максимум не проявляется в эксперименте [3]. После области частот, соответствующей равновесному значению G_{\parallel}' , частотное поведение $G_{\parallel}^*(\omega)$ и $G_{\perp}^*(\omega)$ подчиняется степенной зависимости, характерной для гибких полимерных цепей [3]:

$$G_{\parallel}'(\omega) \sim G_{\parallel}''(\omega) \sim G_{\perp}'(\omega) \sim G_{\perp}''(\omega) \sim \omega^{1/2}$$

В настоящей работе предложен альтернативный подход для описания механической релаксации нематических эластомеров. Используется регулярная кубическая модель сетки, состоящая из многосегментных цепей, которые движутся на фоне неизменного направления ЖК-директора [4]. Рассмотрено несколько вязкоупругих моделей цепей между узлами сетки: свободно-сочлененная цепь, построенная из жестких стержнеобразных фрагментов; модель цепи, состоящая из чередующихся жестких и эластических фрагментов; модель цепи, в которой жесткие фрагменты находятся в боковых ответвлениях. Ориентационные взаимодействия между жесткими фрагментами цепей учитываются в рамках теории самосогласованного поля. Основное внимание уделено исследованию внутрицепных релаксационных процессов, соответствующих движению фрагментов цепей при неподвижных узлах сетки [5]. Для рассмотренных моделей показано, что за счет внутрицепных движений возникает широкая область частот, где $G_{\parallel}'(\omega) \sim G_{\parallel}''(\omega) \sim G_{\perp}'(\omega) \sim G_{\perp}''(\omega) \sim \omega^{1/2}$. При этом имеют место следующие неравенства: $G_{\parallel}'(\omega) < G_{\perp}'(\omega)$ и $G_{\parallel}''(\omega) < G_{\perp}''(\omega)$, что находится в соответствии с экспериментальными данными [3]. Модуль упругости $G'(\omega)$ нематического эластомера, построенного из цепей с мезогенными фрагментами в боковых ответвлениях, характеризуется дополнительным всплеском в области высоких частот. Подобный всплеск также наблюдается в эксперименте [3] для нематических эластомеров, сшитых из цепей с мезогенными фрагментами в боковых ответвлениях.

Работа выполнена при финансовой поддержке правительства Санкт-Петербурга (проект PD 06-1.2-123), INTAS (проект 04-83-2912) и РФФИ (проект 05-03-32332).

Литература

- [1] Wang X.J., Prog. Polym. Sci. 1997, 22, 735
- [2] Terentjev E.M., Warner M. Eur. Phys. J. E 2001 4, 343.
- [3] MartinotyP., Stein P. Finkelmann H., Pleiner H., Brand H.R. Eur. Phys. J. E 2004, 14, 311.
- [4] Gotlib Yu.Ya., Torchinskii I.A., Toshchevnikov V.P. Macromol. Theory Simul. 2002, 11, 898.
- [5] Gurtovenko A.A., Gotlib Yu.Ya. Macromolecules 2000, 33, 6578

Затухание и фазовый набег интенсивных спиновых волн в эпитаксиальных пленках железо-иттриевого граната

Устинов А.Б.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Изучение стабильных нелинейных волновых явлений в ферромагнитных пленках представляет интерес как с фундаментальных, так и с прикладных позиций. Одно из таких явлений — нелинейный фазовый набег интенсивных спиновых волн (СВ) — лежит в основе работы сравнительно новых сверхвысокочастотных (СВЧ) приборов — нелинейных интерферометров, нелинейных направленных ответвителей, активных кольцевых фильтров. Другое явление — нелинейное затухание интенсивных СВ — необходимо учитывать при расчете коэффициентов передачи названных приборов. Следует отметить, что нелинейное затухание увеличивает потери, вносимые прибором в СВЧ тракт, и поэтому является нежелательным эффектом.

Целью настоящей работы являлось изучение затухания и фазового набега спиновых волн, распространяющихся в ферромагнитных пленках в слабом нелинейном режиме (интенсивных спиновых волн). Такой режим характеризуется отсутствием модуляционной неустойчивости СВ.

Для теоретического описания распространения интенсивных спиновых волн в пленках была использована модель нелинейного эволюционного уравнения Гинзбурга-Ландау. В результате решения этого уравнения были получены формулы, описывающие эволюцию амплитуды и фазы интенсивной спиновой волны.

Для экспериментального исследования нелинейного затухания и нелинейного фазового набега интенсивных СВ использовались ферритовые пленочные волноводы шириной 2 мм. Они были вырезаны из монокристаллических пленок железо-иттриевого граната (ЖИГ) с толщинами 5-20 мкм, эпитаксиально выращенных на подложках галлий-гадолиниевого граната. Пленки помещались в измерительный макет, имевший вид спин-волнового фазовращателя. Для возбуждения и приема спиновых волн использовались микрополосковые антенны шириной 50 мкм и длиной 2 мм. Антенны с одной стороны были короткозамкнуты, а с другой стороны были соединены с микрополосковыми линиями, имеющими импеданс 50 Ом, для подвода и отвода СВЧ мощности. Измерения были проведены для трех наиболее часто используемых на практике типов СВ: прямых объемных СВ, обратных объемных СВ и поверхностных СВ.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты находились в хорошем соответствии. Обращают на себя внимание следующие наиболее важные результаты. Уменьшение толщины ферромагнитной пленки ведет к увеличению нелинейного фазового набега интенсивных СВ. При этом нелинейное затухание СВ тоже возрастает. Так, например, на частотах 6-6.5 ГГц при увеличении падающей мощности от -11 дБм до +23 дБм приводило к появлению нелинейного дифференциального фазового сдвига поверхностных СВ на 120 гра-

дусов для пленки толщиной $L_1 = 13,5$ мкм и на 260 градусов для пленки толщиной $L_2 = 5,7$ мкм. При этом минимальные вносимые потери СВЧ сигнала возрастали от -8 дБ до -16 дБ для пленки L_1 и от -10 дБ до -24 дБ для пленки L_2 .

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 05-02-17714), Федерального агентства по образованию РФ (проект РНП/2.1.1.1382), Федерального агентства по науке РФ (проект НШ-8860.2006.2) и Администрации Санкт-Петербурга (шифр PD 06-1.2-8).

Синтез и термические превращения нанослоистой системы $\text{TiO}_2 - \gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$

Захарова Н.В., Малков А.А., Морозов С.А., Малыгин А.А.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт.

Твердые оксидные материалы характеризуются широким спектром физико-химических и механических свойств, благодаря чему находят применение во многих технологических процессах и технических устройствах.

В работе рассмотрены закономерности синтеза титаноксидных наноструктур на поверхности $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ путем его последовательной обработки парами TiCl_4 и H_2O в температурном интервале $200 - 600^\circ\text{C}$. Поскольку синтез методом МН включает в себя несколько последовательных стадий, было изучено влияние температурного фактора на всех технологических стадиях (подготовки исходной алюмооксидной матрицы, обработки целевыми реагентами, а также последующей десорбции) на формирование титаноксидного нанослоя.

По результатам химического анализа модифицированных продуктов, установлено что в ходе синтеза наблюдается закономерное увеличение содержания титана в составе наращиваемых поверхностных структур. В зависимости от числа циклов МН, в соответствии с данными спектроскопии диффузного отражения образцы, полученные методом МН, характеризуются наличием плеча при $\lambda=345$ нм, отсутствующим в механической смеси. Присутствие такого плеча в спектре может являться доказательством наличия связи Al-O-Ti между исходной алюмооксидной матрицей и титаноксидным нанослоем. Кроме того, в спектрах диффузного отражения модифицированных образцов в ходе наращивания титаноксидного нанослоя от 1 до 4 циклов МН отмечается сдвиг края полосы поглощения от $\lambda=380$ нм до 395 нм, характерном для объемной анатазной фазы диоксида титана. Отмеченный факт свидетельствует о промежуточном кислородном координационном окружении атомов титана между 4 и 6 в титаноксидных группировках на начальных стадиях и увеличении его до 6 по мере наращивания и формирования фазы диоксида титана. Отмеченные закономерности находятся в хорошем согласии с результатами рентгенофазового анализа, подтверждающего формирование в ходе синтеза на определенной стадии соответствующей фазы диоксида титана. При этом установлено, что варьирование

температурных режимов отдельных стадий газофазного синтеза приводит к формированию на поверхности $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ титаноксидных структур анатазной или одновременно анатазной и рутильной модификаций.

Наличие химической связи между твердофазной матрицей и нанослоем и различные их фазовые состояния должны, безусловно, оказывать влияние на последующие превращения твердофазной композиции. С использованием спектроскопии диффузного отражения, ИК-спектроскопии с Фурье преобразованием и РФА рассмотрен характер структурных превращений в интервале 200-1200°C в системе $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, различающейся технологической предысторией ее получения.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых МК-7042.2006.3, при частичной финансовой поддержке РФФИ (гранты 05-03-32056 и 05-03-08172) и программ Минобразования и науки России.

Оглавление

Предисловие	3
Дипломные проекты.....	5
Синтез и исследование газочувствительных наноструктурированных композитов на основе диоксидов олова и кремния с каталитическими добавками <i>Грачева И.Е.</i>	5
Расчёт параметров изотопического сдвига для ионов с одним и двумя валентными электронами. Поиск вариаций постоянной тонкой структуры <i>Король В. А., Козлов М. Г.</i>	6
Создание новой технологии, обеспечивающей безопасное и эффективное применение ДНК-вакцин <i>Кулябина О.В., Мурашев Б.В.</i>	7
Прямое наблюдение утечек неравновесных носителей заряда из активной области лазерных диодов <i>Ладутенко К.С.</i>	9
Исследование электромагнитных процессов в синхронном генераторе с обмоткой якоря из высокотемпературного сверхпроводника <i>Манзук М.В., Чубраева Л.И.</i>	10
Система управления учебным ЯМР-томографом <i>Серегин А.Н., Ю.И. Неронов</i>	11
Излучение терагерцового диапазона из микроструктур p-GaAsN/GaAs в условиях примесного пробоя <i>Софронов А.Н., Шалыгин В.А., Воробьев Л.Е.</i>	12
Исследование СВЧ нелинейного пленочного спин-волнового направленного ответвителя <i>Тимофеева М.А., Устинов А. Б.</i>	13
Рассеяние электромагнитных волн в ограниченных системах <i>Ульянов Д.С.</i>	14
Моделирование трехосного нейтронного спектрометра СНК-3 для реактора ПИК <i>Зворыкина О.И., Вахрушев С.Б.</i>	15
Кандидатские проекты.....	17
Разработка и исследование методов повышения точности угловых измерений с помощью динамического гониометра <i>Гончаров Н.В.</i>	17

Взаимодействие 5-алкилсульфонил- и 5-алкилсульфинил-1-(4-нитрофенил) тетразолов с формальдегидом <i>Егорова Н.Г., Артамонова Т.В., Колдобский Г.И.</i>	18
Моделирование экспериментов с ультрахолодными нейтронами <i>Фомин А.К.</i>	19
Исследование механизмов формирования полос комплексов В...HNaI в газовой фазе <i>Громова Е.И.</i>	20
Исследование явления дифракции лазерного излучения на "зеркальной" апертуре и разработка на его основе приборов контроля геометрических параметров и пространственного положения объектов <i>Иванов А.Н.</i>	22
Исследование структурных и электрофизических свойств низкоразмерных тонкопленочных структур на основе PbTe с помощью атомно-силовой микроскопии <i>Канагеева Ю.М.</i>	23
Определение параметров нанокластеров по электронномикроскопическому изображению <i>Кириленко Д. А.</i>	24
Генезис энергетического спектра бесцепочечных ВТСП с различным числом медь-кислородных слоев и механизм влияния его параметров на сверхпроводящие свойства данных соединений <i>Мартынова О.А.</i>	25
Нелинейная линия передачи на основе сегнетоэлектрических пленок <i>Михайлов А. К.</i>	25
Колебательная структура оже-спектра <i>Д.А. Мистров</i>	26
Спиновое расщепление в SiGe наноструктурах, обусловленное анизотропией интерфейсов <i>Нестоклон М.О.</i>	27
Получение адсорбентов на основе наноструктурированных углеродных кластеров и использование их для очистки водных сред <i>Никонова В.Ю.</i>	28
Формирование оптических микроэлементов методом фазово-структурной модификации стеклокерамики излучением YAG:Nd-лазера <i>Новиков Б. Ю.</i>	29
Эрозия электродов в импульсной дуге высокого давления с током до 1.5 МА <i>Пинчук М.Э.</i>	30

Наноструктурные стеклокерамические покрытия для защиты углеродных материалов в экстремальных условиях <i>Плотникова А.С.</i> , научный руководитель: чл.-корр. РАН Жабрев В.А. ...	30
Фазовые и электрооптические свойства жидких кристаллов вблизи перехода из изотропной фазы в Сметтик-А <i>Рогожин В.Б.</i>	31
Трехканальные пеленгационные чувствительные элементы системы АСН <i>Савинов М. В.</i>	32
Реактивное ускорение пеллета в неоднородном магнитном поле токамака <i>Сениченков И.Ю.</i> , Гусаков П.Е.	33
Затухание Ландау в нейтронных звёздах <i>Штернин П.С.</i>	34
Фазовое разделение и кристаллизация в наноразмерных силикатных пленках, содержащих бор и гадолиний <i>Смирнова И.В.</i>	36
Особенности утилизации D-ксилозы мутантными штаммами дрожжей <i>tannophilus</i> <i>Трушников Е.П.</i>	37
Синхронизация пятнообразовательной деятельности на Солнце <i>Золотова Н.В.</i>	38
Фрактальная структура силикофосфатных протонпроводящих нанокомпозитов <i>Цветкова И.Н.</i>	38
Синтения геномов гороха и модельных бобовых — ключ к выяснению нуклеотидных последовательностей генов гороха <i>Жуков В.А.</i> , Борисов А.Ю., Ворошилова В.А., Кузнецова Е.В., Овчинникова Е.С., Пинаев А.Г., Розов С.М., Рычагова Т.С., Цыганов В.Е., Штарк О.Ю., Madsen L.H., Moffet M.D., Radutoiu S., Stougaard J., Weeden N.F., Тихонович И.А.	40
Полупроводниковый лазер с искривлёнными штрихами распределённого брегговского зеркала <i>Дюделев В.В.</i>	41
Проекты молодых кандидатов наук.....	42
Структурная устойчивость инвариантных множеств виброударных систем <i>Крыжевич С. Г.</i>	42
Исследование динамики механизмов транспортирования материалов швейных машин <i>Марковец А.В.</i> , Мазин Л. С.....	44

Микромеханика акустической эмиссии гетерогенных материалов <i>Носов В.В.</i>	45
Торцевые полупроводниковые лазеры с высокой температурной стабильностью длины волны лазерной генерации. <i>Новиков И.И., Щукин В.А., Гордеев Н.Ю., Карачинский Л.Я., Лифшиц Д.А., Максимов М.В., Савельев А.В., Шерняков Ю.М., Ковш А.Р., Крестников И.Л., Михрин С.С., Леденцов Н.Н., Бимберг Д.</i>	46
Подавление Френелевских потерь в источниках и приемниках излучения на основе InAs и его твердых растворов, в диапазоне длин волн 3-5 мкм. <i>Ременный М.А., Зотова Н.В.</i>	47
Квантовая эффективность светодиодных структур на основе AlGaInN при большой плотности тока накачки <i>Рожанский И.В., Закгейм Д.А.</i>	48
Квазимолекулярные состояния в легких ядрах <i>Ториров С.Ю.</i>	49
Вязкоупругие модели внутрицепных релаксационных процессов и динамический модуль нематических эластомеров <i>Тоцевиков В.П., Blumen А., Готлиб Ю.Я.</i>	50
Затухание и фазовый набег интенсивных спиновых волн в эпитаксиальных пленках железо-иттриевого граната <i>Устинов А.Б.</i>	52
Синтез и термические превращения нанослоистой системы TiO ₂ - γ - Al ₂ O ₃ <i>Захарова Н.В., Малков А.А., Морозов С.А., Малыгин А.А.</i>	53

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Полиграф-Экспресс»

194223, Санкт-Петербург, ул. Курчатова, д.9

Формат 60 × 90 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Тайм Роман. Печать ризограф.

Зак. 152, тир. 100, уч.-изд.л. 3.25, 08.12.2006