

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМЕНИ П. Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

И

А

М

Ф

2015



академик РАН Г. А. Месяц



чл.-корр. РАН Н. Н. Колачевский

Физический Институт имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН) – ведущий научный центр мирового значения, в котором ведутся исследования в большинстве областей современной теоретической и экспериментальной физики: физики атомного ядра и элементарных частиц, астрофизики и космологии, фотоники и лазерной физики, физики конденсированных сред и сверхпроводимости, радиофизики, физики плазмы и физической электроники.

Наш Институт широко известен достижениями своих ученых. Именно в ФИАНе было открыто и объяснено излучение Вавилова-Черенкова, заложены фундаментальные основы в области квантовой электроники, созданы генераторы и усилители, основанные на лазерно-мазерном принципе, создана теория сверхпроводимости и сверхтекучести. Был открыт принцип автофазировки, предсказано переходное излучение, заложены основы термоядерного синтеза, открыто явление самофокусировки световых лучей в нелинейных средах, предложена концепция суперсимметрии, предложена инфляционная модель Вселенной. Семь сотрудников ФИАН были удостоены Нобелевских премий – П.А. Черенков, И.Е. Тамм, И.М. Франк, Н.Г. Басов, А.М. Прохоров, А.Д. Сахаров, В.Л. Гинзбург.

К крупнейшим достижениям последнего десятилетия относятся создание космического радиоинтерферометра «Радиоастрон», компактного комплекса протонной терапии онкологических заболеваний, солнечной обсерватории «Тесис», мощной гибридной фемтосекундной лазерной установки, комплекса магниторезонансных томографов.

Завершается строительство и комплектация современным научным оборудованием Лаборатории высокотемпературной сверхпроводимости, идет работа в рамках крупных космических проектов “Миллиметрон”, “Арка”, “Гамма-400”, ведутся работы в рамках программы “Глонасс 2012–2020”.

В пяти филиалах ФИАН (в Самаре, Пущино, Протвино, на Тянь-Шане и Памире) ведутся научно-исследовательские работы в области лазерной физики, ядерной медицины, радиоастрономии и физики частиц, а в Троицком технопарке ФИАН ведется разработка и производство высокотехнологического оборудования, включая современные лазерные системы, стандарты частоты, керамические технологии, системы очистки воды, алмазный инструмент и пр.

В ФИАН работает более полутора тысяч сотрудников, в том числе более 200 докторов и 400 кандидатов наук, 22 члена РАН.

Настоящий сборник содержит основные результаты исследований, выполненных в ФИАН, которые были опубликованы в 2015 году.

академик Месяц Геннадий Андреевич,
директор ФИАН 2004 – 2015 гг.

чл.-корр. Колачевский Николай Николаевич
директор ФИАН с 2015 г.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ РАБОТЫ ФИАН

1. Фундаментальная и прикладная фотоника, лазерная физика, квантовая и нелинейная оптика, оптика и спектроскопия атомно-молекулярных систем, микро- и наноструктур, конденсированных сред и композитных материалов.
2. Физические основы лазерных, фотонных и оптоэлектронных технологий и взаимодействия лазерного излучения с веществом для решения задач навигации, управляемого термоядерного синтеза, информатики и био-медицины.
3. Физика конденсированного состояния: новых материалов, высокотемпературных сверхпроводников, молекулярных и твердотельных структур нанофотоники, наноэлектроники и спинтроники.
4. Физическая электроника, физика плазмы, пучков заряженных частиц и источников ВУФ и рентгеновского излучения.
5. Физика фундаментальных взаимодействий, ядерная и нейтринная физика, физика элементарных частиц, космических лучей и атмосферных процессов, гамма-астрономия, темная материя.
6. Астрофизика и космология, физика Солнца, рентгеновская, инфракрасная и радиоастрономия; наземно – космическая интерферометрия.
7. Физика нелинейных явлений, моделирование гидродинамических, оптических, астрофизических, физико-химических и медико-биологических систем.

В 2015 году в рамках Государственного задания на выполнение Научно-исследовательской работы ФИАН выполнялись работы по 35 темам Государственного задания и 28 проектам в рамках Программ Президиума РАН, ОФН РАН а также долгосрочных международных проектов.

0023-2014-0169

1. Исследования взаимодействия лазерного излучения фемтосекундной длительности с веществом; разработка прецизионных лазерных систем для навигации, геофизики, медицины

0023-2014-0170

2. Исследование и создание лазерных систем для изучения взаимодействия света с веществом и для передачи информации

0023-2014-0171

3. Исследования по созданию оптоэлектронных материалов, приборов и систем лазерной техники, информатики, связи и медицины.

0023-2014-0172

4. Исследование плотной высокотемпературной плазмы (лазерная плазма, пинчи, разряды) в рамках проблемы УТС и для практических применений.

0023-2014-0173

5. Актуальные проблемы физики высоких энергий, ядерной физики, физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий.

0023-2014-0174

6. Исследования актуальных проблем астрофизики и нейтринной физики.

0023-2014-0175

7. Исследование космических лучей, процессов в атмосфере и поиск частиц темной материи Вселенной.

0023-2014-0176

8. Физика пучков заряженных частиц и источников ВУФ, мягкого и жесткого рентгеновских излучений.

0023-2014-0177

9. Исследования модуляционных эффектов в космических лучах, процессов на Солнце, физической природы глобальных изменений климата.

0023-2014-0178

10. Спектроскопические методы исследования фундаментальных свойств земной атмосферы, лабораторных и астрофизических объектов.

0023-2014-0179

11. Оптика и спектроскопия атомно-молекулярных систем, структур нанометрового и субмикронных размеров.

0023-2014-0180

12. Механизмы процессов переноса и релаксации в новых гибридных наноматериалах, необходимых для создания эффективных источников.

0023-2014-0181

13. Оптика и спектроскопия атомно-молекулярных и плазменных систем.

0023-2014-0182

14. Компактные объекты Вселенной: наблюдения и теоретические модели.

0023-2014-0183

15. Исследование рождения и эволюции объектов во Вселенной.

0023-2014-0184

16. Исследование турбулентной и релятивистской плазмы в радиоастрономических источниках

0023-2014-0185

17. Исследование областей звездообразования, пульсаров и активных галактик по наблюдениям в сантиметровом и метровом диапазонах волн.

0023-2014-0186

18. Упорядоченные состояния, резонансы и быстропротекающие процессы в наноструктурах на основе полупроводников, сверхпроводников, топологических изоляторов, метаматериалов и полимеров.

0023-2014-0187

19. Существование и конкуренция различных типов параметра порядка в сверхпроводниках и других сильно-коррелированных электронных системах. Поиск, синтез и изучение новых высокотемпературных сверхпроводников, новых топологических изоляторов. Поиск и изучение новых фаз и фазовых переходов электронной материи.

0023-2014-0188

20. Оптические, транспортные, магнитные и структурные свойства наноструктур на основе полупроводниковых, магнитных и сверхпроводниковых материалов.

0023-2014-0189

21. Астрофизика звездных и газовых систем в Галактике.

0023-2014-0190

22. Динамика нелинейных явлений.

0023-2014-0191

23. Голографическое соответствие и физика фундаментальных взаимодействий.

0023-2014-0192

24. Современные проблемы космологии, квантовой теории и точно решаемых квантовых моделей.

0023-2014-0193

25. Теоретическое исследование равновесных и неравновесных свойств соединений и структур на основе сверхпроводников, металлов и полупроводников, включая численные методы расчета этих свойств.

0023-2014-0194

26. Физика рассеяния адронов и ядер при высоких энергиях: теория и экспериментальные данные БАК.

0023-2014-0195

27. Нано-, микро- и гетероструктуры полупроводниковых лазеров, лазерных мишеней, и новых материалов, исследование взаимодействия лазерного излучения, нейтронов, плазмы с веществом.

0023-2014-0196

28. Теоретическое изучение нелинейных коллективных явлений в плазме и твердых телах.

0023-2014-0197

29. Кинетические и нелинейные волновые процессы в неравновесных открытых средах, их применение в аэрокосмических, астрофизических приложениях, в лазерных и оптических информационных технологиях.

0023-2014-0198

30. Формирование световых полей для обработки информации и исследование процессов взаимодействия лазерного излучения с материалами и объектами в технологических процессах, медицинских и других применениях.

0023-2014-0199

31. Исследования в тестовом режиме систем комплекса протонной терапии.

0023-2014-0200

32. Физика быстропротекающих эмиссионных и разрядных явлений в мощных источниках плазмы, частиц и электромагнитного излучения.

0023-2014-0201

33. Теория нелинейных волновых явлений в сплошных средах.

0023-2014-0202

34. Фундаментальные основы физики и техники низких температур.

0023-2014-0203

35. Разработка способов получения оптических тонкопленочных покрытий и керамических материалов для мощных фемтосекундных и аттосекундных генераторов и разработка способов синтеза люминесцирующих наноразмерных углеродных частиц.

**КОМПЛЕКС ПРОТОННОЙ ТЕРАПИИ ПРОШЕЛ СЕРТИФИКАЦИЮ
И ПРИМЕНЕН ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ**
Физико-технический центр ФИАН

0023-2015-0001

Фундаментальные основы и экспериментальная реализация перспективных полупроводниковых лазеров интересах промышленности и технологий

0023-2015-0002

Наноструктуры: физика, химия, биология, основы технологий

0023-2015-0003

Актуальные проблемы физики низких температур

0023-2015-0004

Электрофизика и электроника мощных импульсных систем

0023-2015-0005

Физика новых материалов и структур

0023-2015-0006

Физика высоких энергий и нейтринная астрофизика

0023-2015-0007

Динамика разреженной плазмы в космосе и лаборатории

0023-2015-0008

Нелинейная динамика в математических и физических науках

0023-2015-0009

Электронные корреляции в системах с сильным взаимодействием

0023-2015-0010

Межзвездная и межгалактическая среда: активные и протяженные объекты

0023-2015-0011

Переходные и взрывные процессы в астрофизике

0023-2015-0012

Фундаментальная оптическая спектроскопия и ее приложения

0023-2015-0013

Экспериментальные и теоретические исследования объектов Солнечной системы и планетных систем звезд

0023-2015-0014

Экстремальное лазерное излучение: физика и фундаментальные приложения

0023-2015-0015

Радиоэлектронные методы в исследованиях природной среды и человека

0023-2015-0016

Физика элементарных частиц, фундаментальная ядерная физика и ядерные технологии

0023-2015-0017

Новые нелинейнооптические материалы, структуры и методы для создания лазерных систем с уникальными характеристиками

0023-2015-0018

Фундаментальные и прикладные проблемы фотоники и физика новых оптических материалов

0023-2015-0019

Актуальные проблемы энергетики и создание новых энергетических технологий

0023-2015-0020

Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов

0023-2015-0021

Фундаментальные проблемы удержания и нагрева плазмы в магнитных ловушках

0023-2015-0022

Сверхчувствительные сенсоры и гигантское усиление полей оптическими метаматериалами

0023-2015-0023

Физикохимические проблемы поверхностных явлений

0023-2015-0024

Фундаментальные проблемы электродинамики и волновой диагностики атмосферы

0023-2015-0025

Новые источники миллиметрового и терагерцового излучения и их перспективные приложения

0023-2015-0026

Фундаментальные проблемы воздействия источников естественного и техногенного излучения на ионосферу и плазмосферу Земли

0023-2015-0027

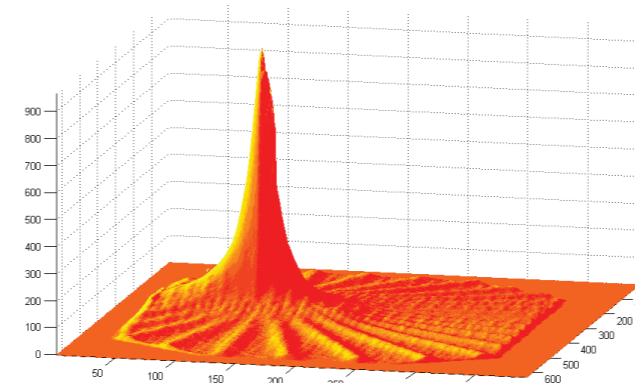
Теплофизика высоких плотностей энергии

0023-2015-0028

Долгосрочные международные проекты

Разработанный в Физико-техническом центре ФИАН ускоритель отличается локальным выделением энергии – в опухоли, что обеспечивается, во-первых, применением пучка протонов (производящих наибольшие разрушения в конце траектории), а во-вторых облучением с большого количества сторон.

При этом комплекс на порядок дешевле и компактнее аналогов, применяемых в мировой практике.



Профиль энерговыделения протонных пучков в объеме

В ноябре 2015 года комплекс протонной терапии прошел государственную регистрацию в Росздравнадзоре для локализации голова-шея и получил регистрационное удостоверение № РЗН/3242 от 02 ноября 2015 года. С 23 ноября начато лечение онкологических больных на установке в городе Протвино совместно со специалистами Обнинского медицинского радиологического научного центра на постоянной основе.



Подготовка пациента к протонной терапии.



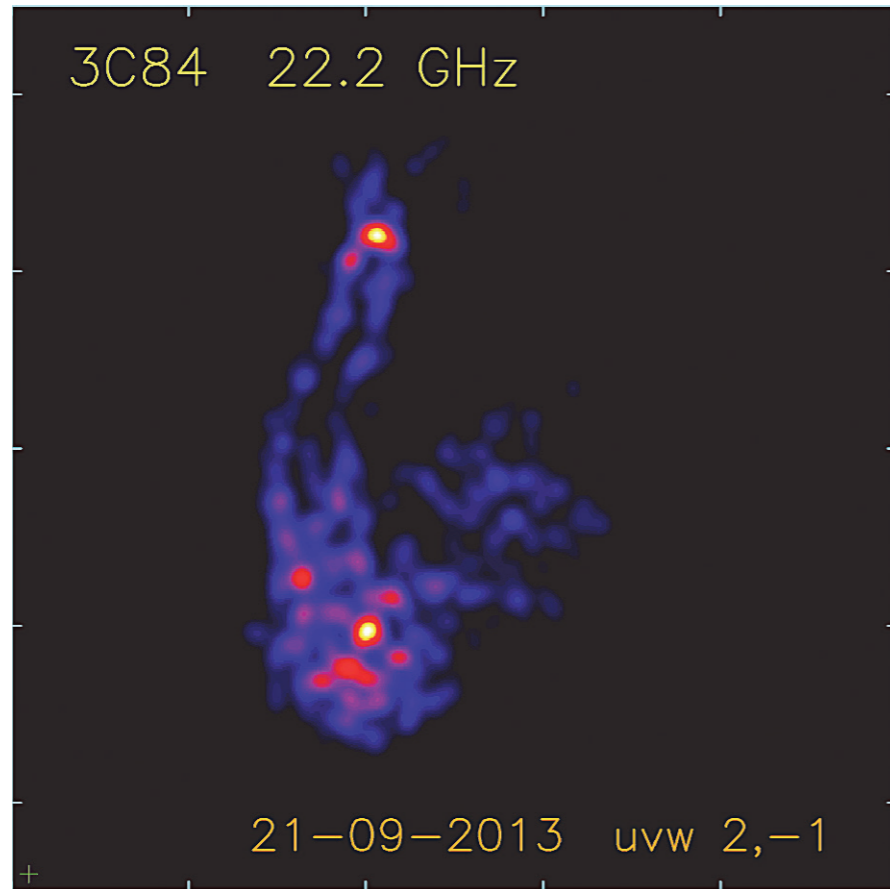
Внешний вид ускорительного комплекса

ТОНКАЯ СТРУКТУРА ИЗОБРАЖЕНИЯ БЛИЗКОЙ ГАЛАКТИКИ ЗС84, ПОЛУЧЕННАЯ С РЕКОРДНЫМ УГЛОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ НА НАЗЕМНО-КОСМИЧЕСКОМ ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ РАДИОАСТРОН

Астрокосмический центр ФИАН

Высочайшее угловое разрешение и чувствительность позволили открыть контр-джет и уярчение струи к краю. Последнее объясняется стратификацией течения плазмы; это может оказаться намного более типичным для джетов в активных галактиках, чем считалось ранее. Ширина основания выброса оказалась неожиданно большой, около 2000 радиусов Шварцшильда, что является

критически важным при моделировании процесса формирования джетов в галактиках (механизм Блэндфорда-Знаека или Блэндфора-Пейна). Обнаружено экстремально яркое пятно вдали (один парсек) от центральной машины. Это может быть результатом эффективного ускорения частиц ударной волной при взаимодействии выброса с окружающей средой.



Карта близкой галактики ЗС84, полученная в полной интенсивности на 22 ГГц. Видимое изображение с Севера на Юг (сверху вниз) занимает в проекции размер в 1.2 парсека

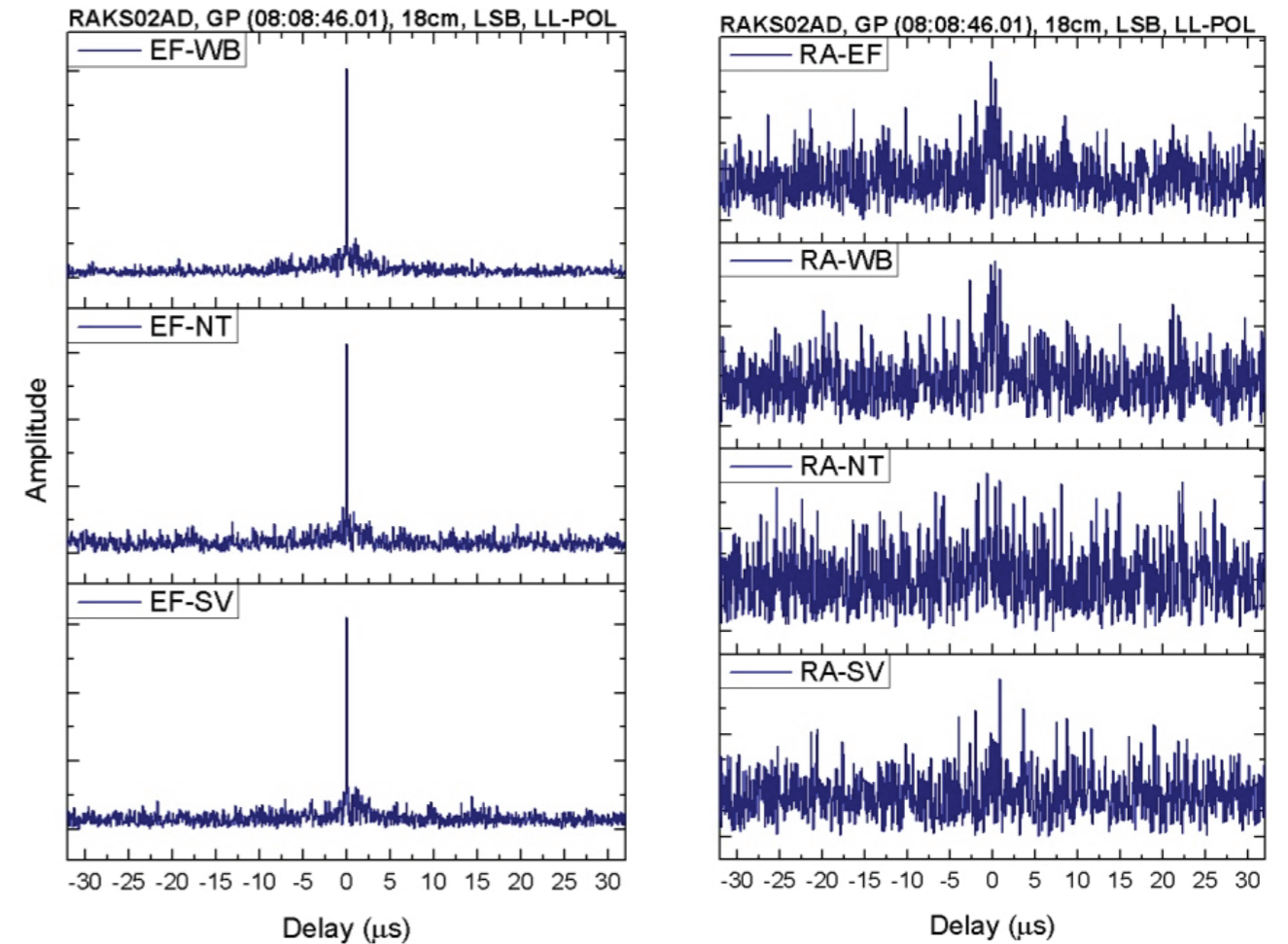
Материалы Астрокосмического центра ФИАН по проекту Радиоастрон <http://www.asc.rssi.ru/radioastron/publications/publ.html>

ЗОНДИРОВАНИЕ МЕЖЗВЕЗДНОЙ ПЛАЗМЫ ГИГАНТСКИМИ ИМПУЛЬСАМИ ПУЛЬСАРА В КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ

Астрокосмический центр ФИАН

В результате зондирования межзвездной плазмы гигантскими радиоимпульсами пульсара В0531+21 обнаружена активность внутри или вблизи Крабовидной туманности, изменяющая характеристики рассеяния радиоволн. Форма

амплитуды функции видности для наземных баз имеет доминирующую узкую деталь, в то время как для наземно-космических баз эта деталь отсутствует и форма ККФ достаточно широкая, состоит из множества пиков.



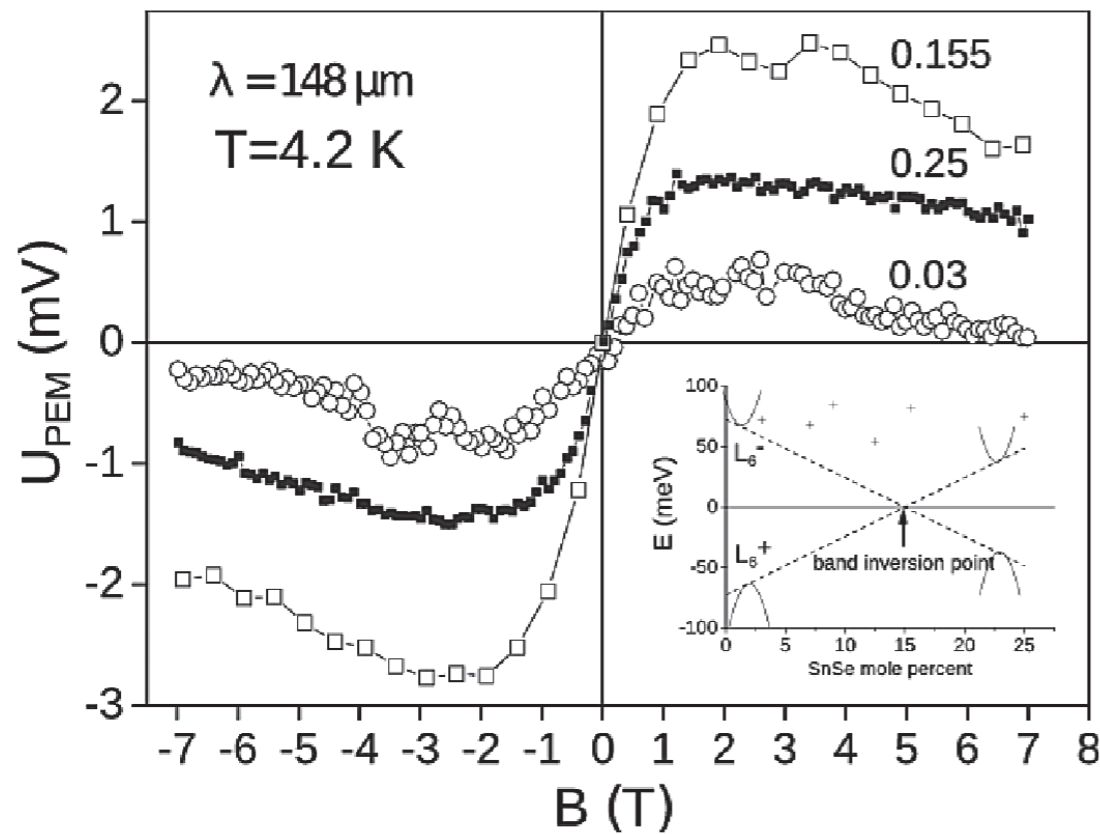
Материалы Астрокосмического центра ФИАН по проекту Радиоастрон <http://www.asc.rssi.ru/radioastron/publications/publ.html>

ИЗМЕРЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭФФЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО ТЕРАГЕРЦОВОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Астрономический центр ФИАН, совместно с МГУ и University of Regensburg

Предложен метод детектирования протяженных поверхностных электронных состояний, включая топологические.

Метод основан на измерениях фотоэлектромагнитного эффекта с использованием импульсного терагерцового лазерного излучения. В отличие от обычных транспортных измерений, метод нечувствителен к объемной проводимости



Зависимость амплитуды фотоэлектромагнитного эффекта от приложенного магнитного поля для сплавов $Pb_{1-x}Sn_xSe$ разного состава. На вставке – взаимное расположение разрешенных зон и уровня Ферми в исследованных образцах

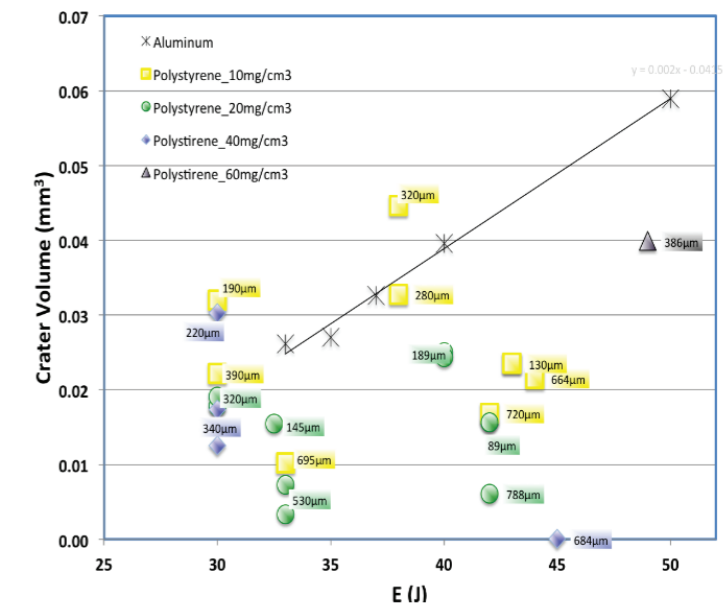
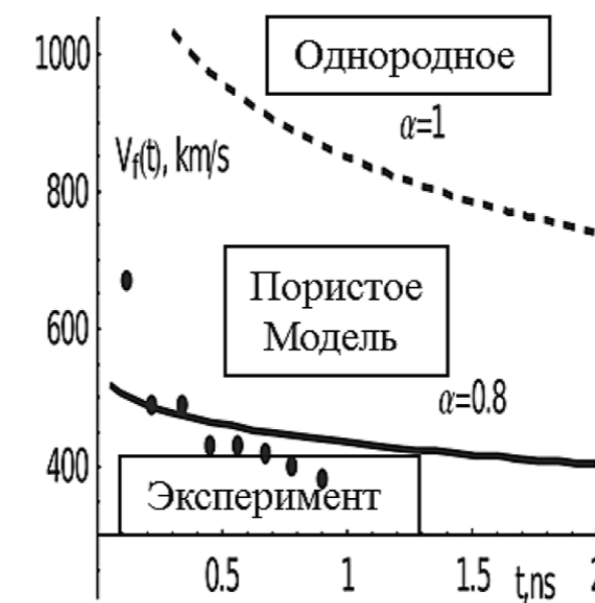
S.G. Egorova, V.I. Chernichkin, L.I. Ryabova, E.P. Skipetrov, L.V. Yashina, S.N. Danilov, S.D. Ganichev, D.R. Khokhlov. Detection of highly conductive surface electron states in topological crystalline insulators $Pb_{1-x}Sn_xSe$ using laser terahertz radiation. Nature: Scientific Reports, 5, 11540 (2015).

МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ПОРИСТОЕ ВЕЩЕСТВО МОЩНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Отделение квантовой радиофизики ФИАН

Построена аналитическая модель поглощения и переноса энергии при воздействии мощного лазерного импульса наносекундной длительности на плоский слой пористого вещества с плотностью большей и меньшей критической плотности плазмы. Основным параметром модели является длительность процесса гомогенизации пористого

вещества. Предсказан эффект уменьшения скорости волны ионизации с ростом длительности процесса гомогенизации и эффект увеличения давления лазерной плазмы пористого поглотителя по сравнению со случаем однородного вещества той же плотности. Эффекты подтверждены в экспериментах и численных расчетах.



Зависимость скорости лазерно-стимулированной волны ионизации от времени (слева). Зависимость объема кратера в алюминии от энергии лазерного излучения, поглощенного в слое пористого вещества (справа)

R. De Angelis, F. Consoli, S. Yu. Gus'kov, A. A. Rupasov, P. Andreoli, G. Cristofari, G. Di Giorgio. Laser-ablated loading of solid target through foams of overcritical density. Physics of plasmas 22, 072701, 2015.

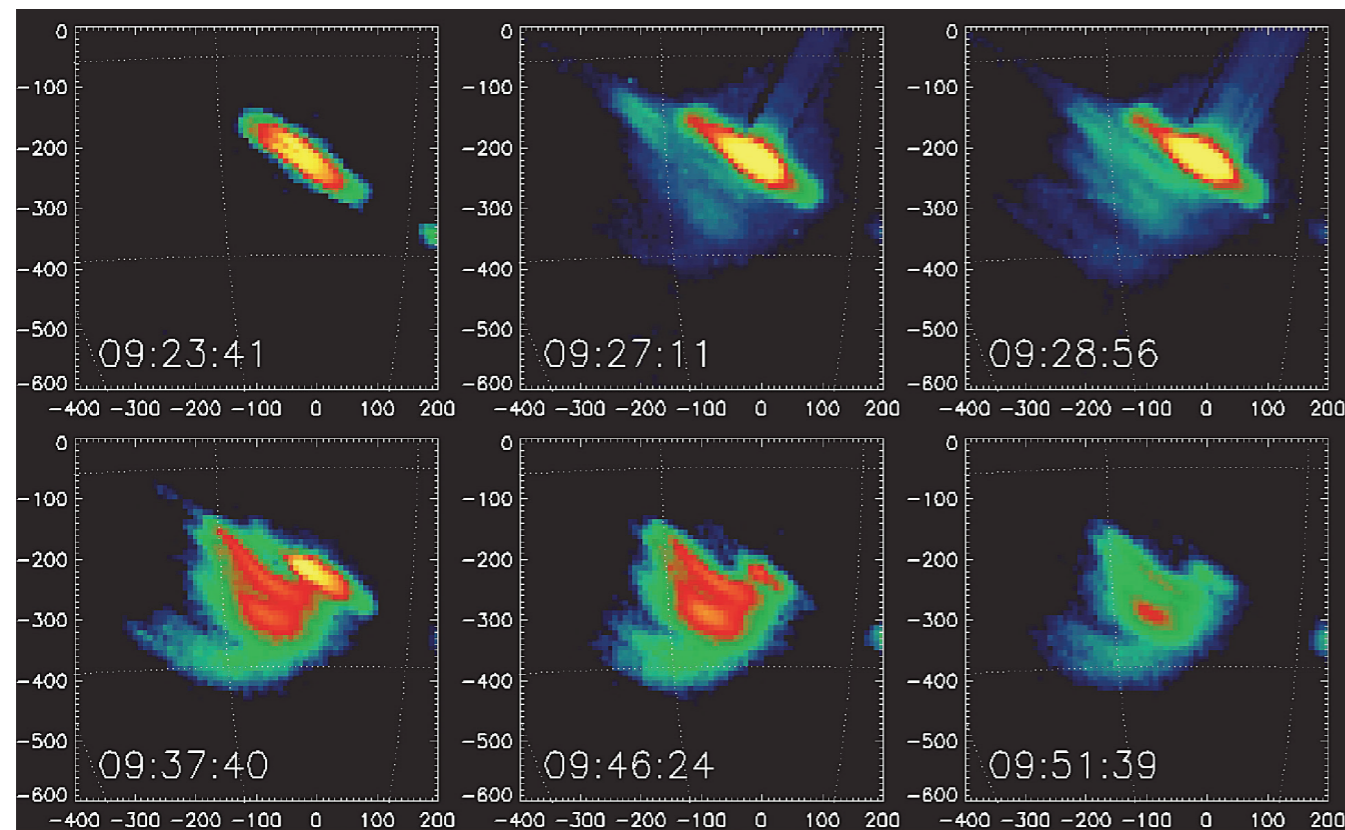
S. Yu. Gus'kov, M. Cipriani, R. De. Angelis, F. Consoli, A. A. Rupasov, P. Andreoli, G. Cristofari, G. Di. Giorgio. Absorption coefficient for nanosecond laser pulse in porous material. Plasma Physics and Controlled Fusion 57, 125004, 2015.

ОБНАРУЖЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЕТЛЕОБРАЗНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ СТРУКТУР В КОРОНЕ СОЛНЦА

Отделение оптики ФИАН

Впервые в короне Солнца с помощью прибора ФИАН MISH (монохроматический спектрогелиометр, работавший на линии Mg XII 8.42 Å), установленном на российском спутнике КОРОНАС-Фотон, обнаружены петлеобразные структуры (аркады) с температурой более 5 млн. К.

Ранее плазма такой температуры регистрировалась на Солнце только в виде отдельных источников излучения, расположенных вблизи вершин вспянутых магнитных петель. Предложено теоретическое объяснение.



Горячая аркада. Изображения получены спектрогелиографом Mg XII. Координаты указаны в угловых секундах

A.Reva, S.Shestov, I.Zimovets, S.Bogachev, S. Kuzin, "Wave-like Formation of Hot Loop Arcades", Solar Physics, Online First, 10/2015 (DOI: 10.1007/s11207-015-0769-x).

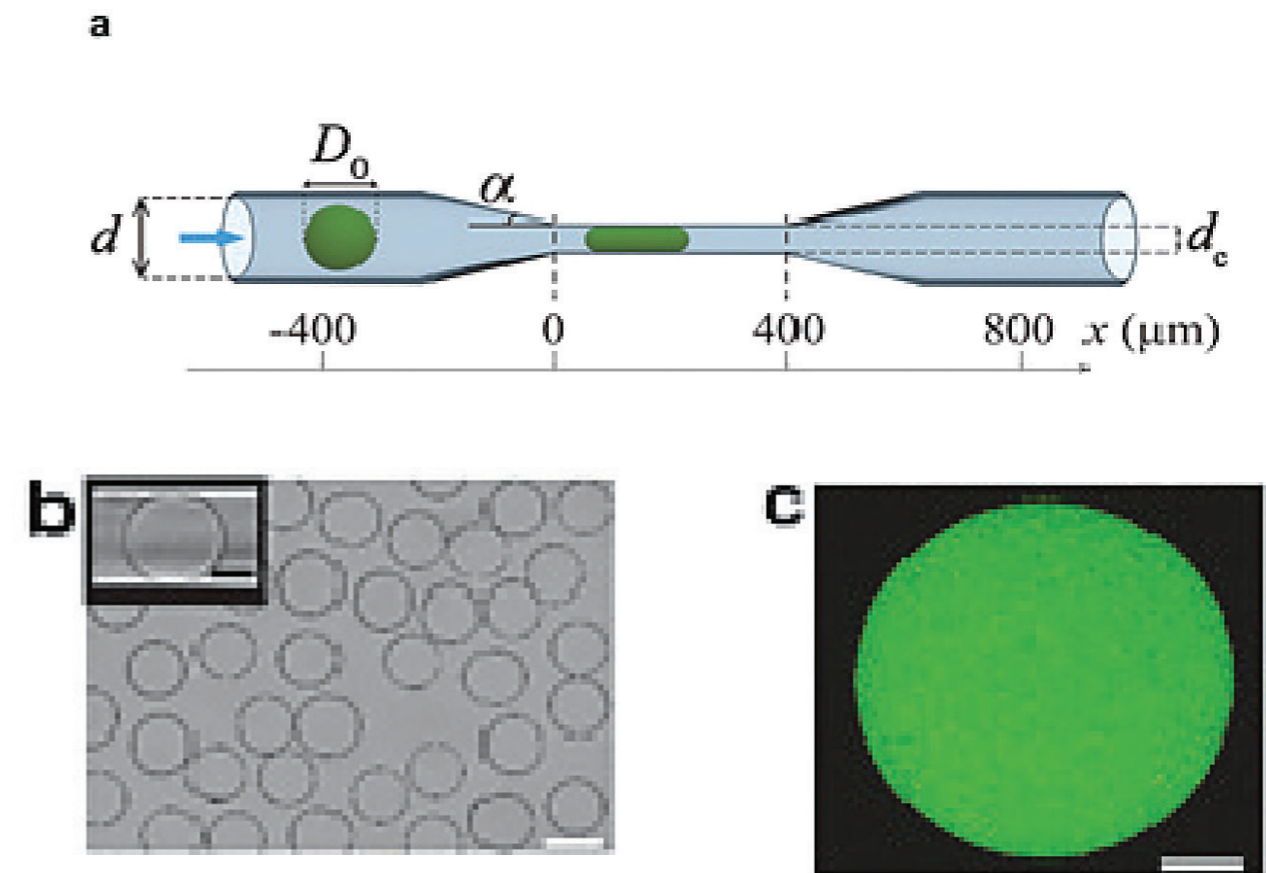
УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ В УЗКИХ КАПИЛЛЯРАХ

Отдел теоретической физики ФИАН

Установлены универсальные принципы входа и прохождения микрогелей (поведение "мягких твердых тел") через микроканалы различной геометрии.

Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с теорией, развитой ав-

торами. Результаты исследования важны для описания многочисленных промышленных, биологических и биомедицинских систем, в том числе явления закупорки кровеносных сосудов тромбами и игольной инъекции гидрогелей в тканевой инженерии.



Исследованный канал переменного сечения: диаметр на входе $d=110\pm 5$ мкм, в сужении $d_c=43\pm 2$ мкм (угол входа $\alpha=15^\circ, 45^\circ$ и 60°) и 38 ± 2 мкм ($\alpha=30^\circ$). Движение микрогеля диаметра D_0 обусловлено разностью давлений ΔP между концами канала. (b) Изображение агарозных микрогелей с $D_0=100$ мкм в водной суспензии, полученное с оптического микроскопа. Врезка: микрогель с $D_0=80$ мкм во входном канале. (c) Набухший агарозный микрогель с $D_0=115$ мкм, помеченный изотиоцианат флуоресцеином. Фото получено лазерным сканированием в экваториальной плоскости и техникой конфокальной микроскопии

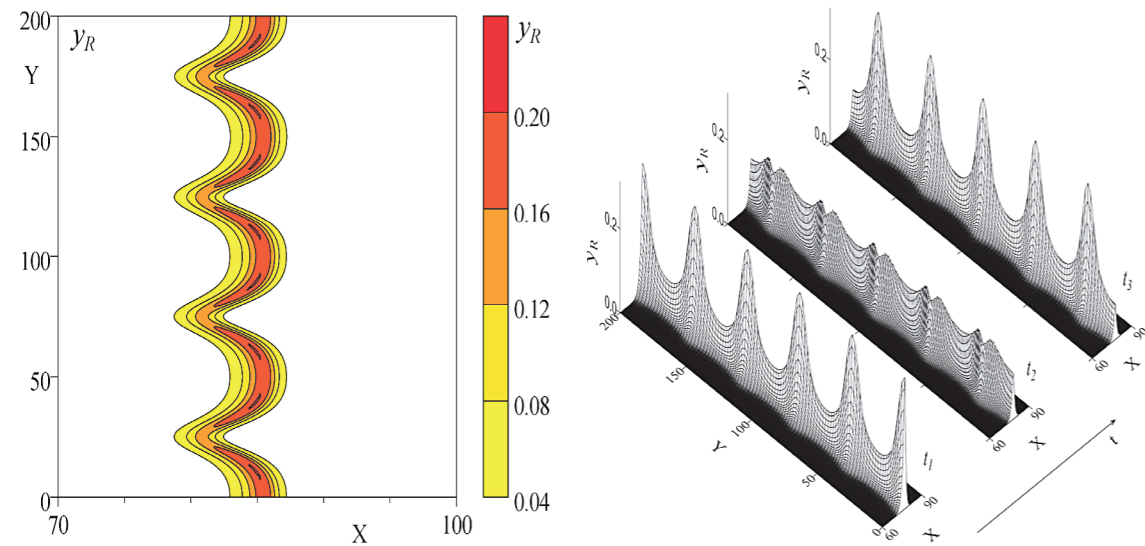
Y. Li, O.S. Sariyer, A. Ramachandran, S. Panyukov, Michael Rubinstein and E. Kumacheva "Universal behavior of hydrogels confined to narrow capillaries", Scientific Reports 5, 17017; doi: 10.1038/srep17017 (2015).

МЕХАНИЗМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ПОДАВЛЕНИЯ ПЛАМЕНИ

Отделение теоретической физики ФИАН

На основе модели реакции горения, протекающей по цепному кинетическому механизму, проведено исследование различных методов ингибирования распространения пламени. Показано, что захват радикалов в ходе реакции ингибирования приводит к снижению скорости пламени и способствует более ранней потере

устойчивости и гашению пламени. Возможно появление двух типов неустойчивости фронта реакции, которые приводят к формированию либо ячеистых, либо волновых структур, продемонстрированных на рисунке (а) и (б), соответственно.



Профили концентрации радикалов в ячеистой и волновой структуре фронта горения

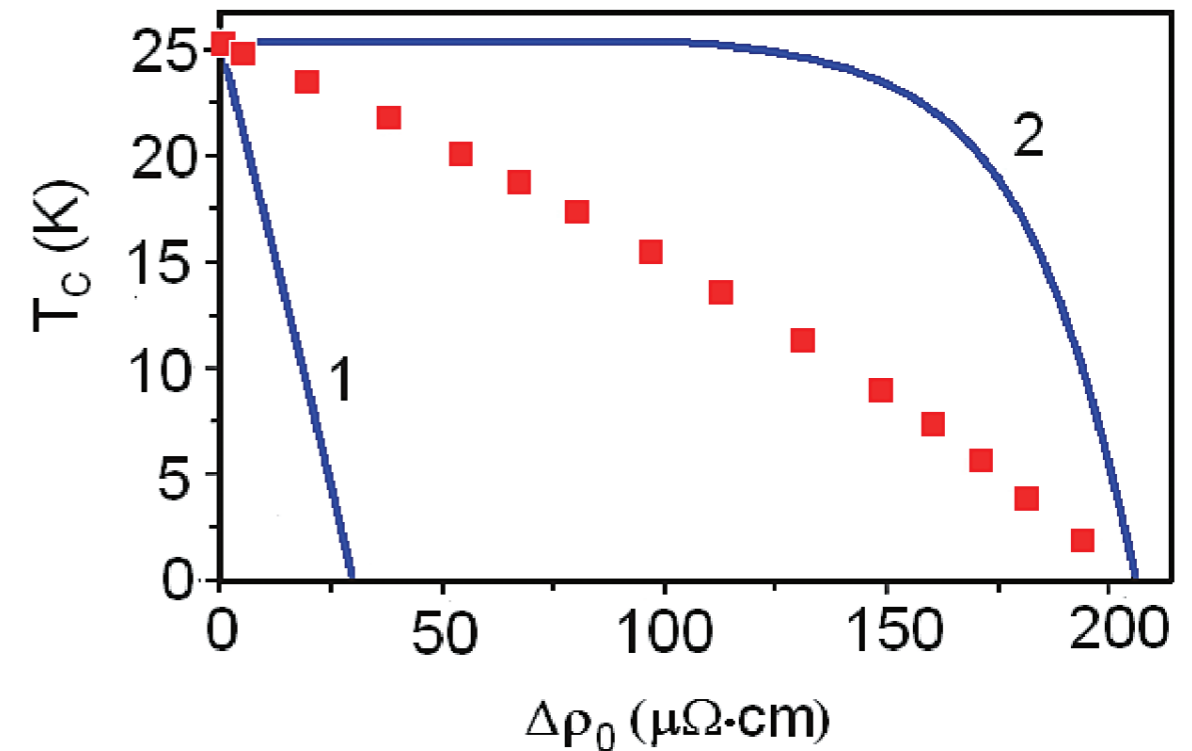
V.V. Gubernov, S.S. Minaev, V.I. Babushok, A.V. Kolobov, «The effect of depletion of radicals on freely propagating hydrocarbon flames», J Math Chem (2015) 53:2137–2154

ОБНАРУЖЕНО АНОМАЛЬНОЕ ПОДАВЛЕНИЕ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ В ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ВТСП ПРИ ИОННОМ ОБЛУЧЕНИИ

Отделение физики твердого тела ФИАН

Экспериментально проверены теоретические модели высокотемпературных сверхпроводников на основе Fe и предсказывающих различный характер подавления температуры сверхпроводящего перехода при внесении в сверхпроводник немагнитных дефектов. На основании анализа результатов комплексного исследования влияния ионного облучения на сверхпроводящие, транспортные и гальва-

номагнитные характеристики пленок $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ сделан вывод о реализации в высокотемпературных сверхпроводниках на основе Fe особого механизма сверхпроводимости, при котором сверхпроводящее спаривание происходит за счет взаимодействия электронных пар с локальными центрами, формирующимися в решетке в окрестности ионов допанта.



1 – зависимость критической температуры сверхпроводящего перехода пленок от изменения остаточного сопротивления (от концентрации немагнитных дефектов) в рамках $s\pm$ -модели со знакопеременным параметром порядка; 2 – то же для $s++$ -модели; плато на кривой соответствует независимости T_c от концентрации немагнитных дефектов

И.С. Блохин, и др., Письма в ЖЭТФ, 101, с.265 (2015).

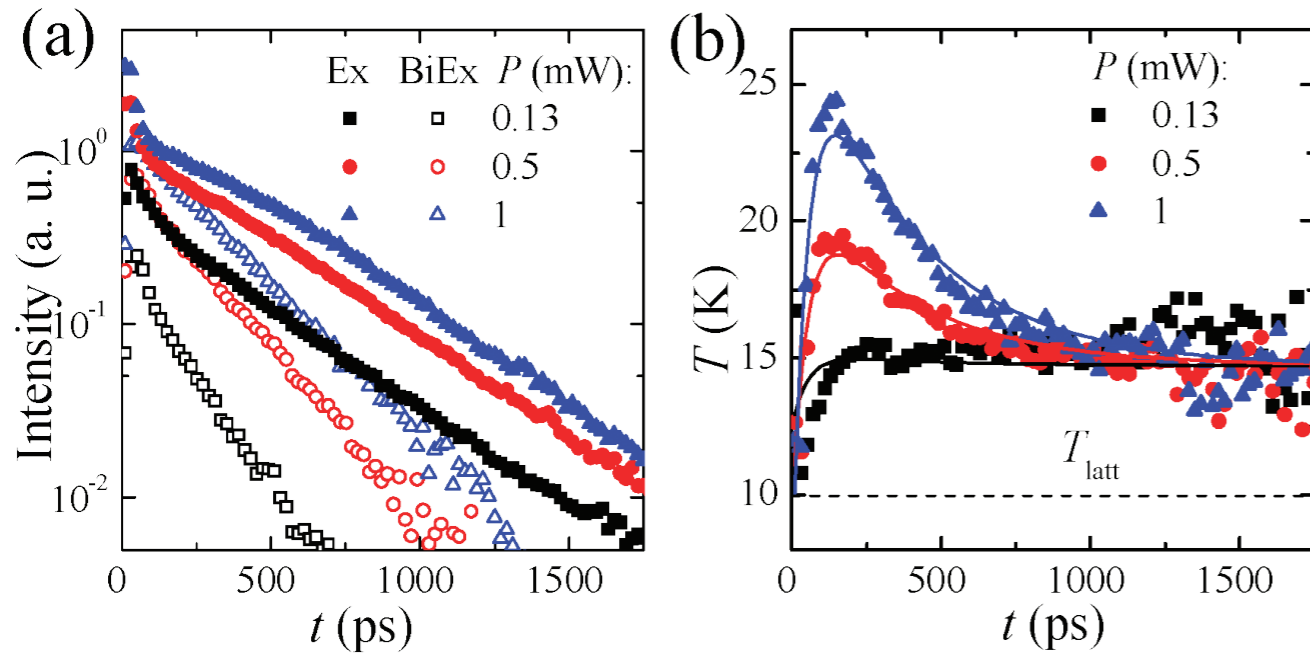
И.С. Блохин, и др., ЖЭТФ 148, №5, с.976 (2015).

САМОРАЗОГРЕВ ЭКСИТОННОЙ СИСТЕМЫ ВСЛЕДСТВИЕ ИЗЛУЧАТЕЛЬНОЙ РЕКОМБИНАЦИИ ЭКСИТОНОВ И БИЭКСИТОНОВ

Отделение физики твердого тела ФИАН

Предложен метод определения динамики изменения температуры экситонного газа из измеренных кинетических зависимостей ин-

тенсивностей фотолюминесценции экситонов и биэкситонов при возбуждении образца пикосекундными лазерными импульсами.



Динамика интенсивности люминесценции экситонов (сплошные) и биэкситонов (пустые символы) (a) в GaAs/AlGaAs квантовых ямах и температуры экситонного газа (b) при различных мощностях возбуждения в экситонный резонанс пикосекундными лазерными импульсами. При $P=0,13$ мВт нагрев обусловлен рекомбинацией экситонов, при 0,5 и 1 мВт добавляется вклад от рекомбинации биэкситонов. Температура кристаллической решетки 10 K

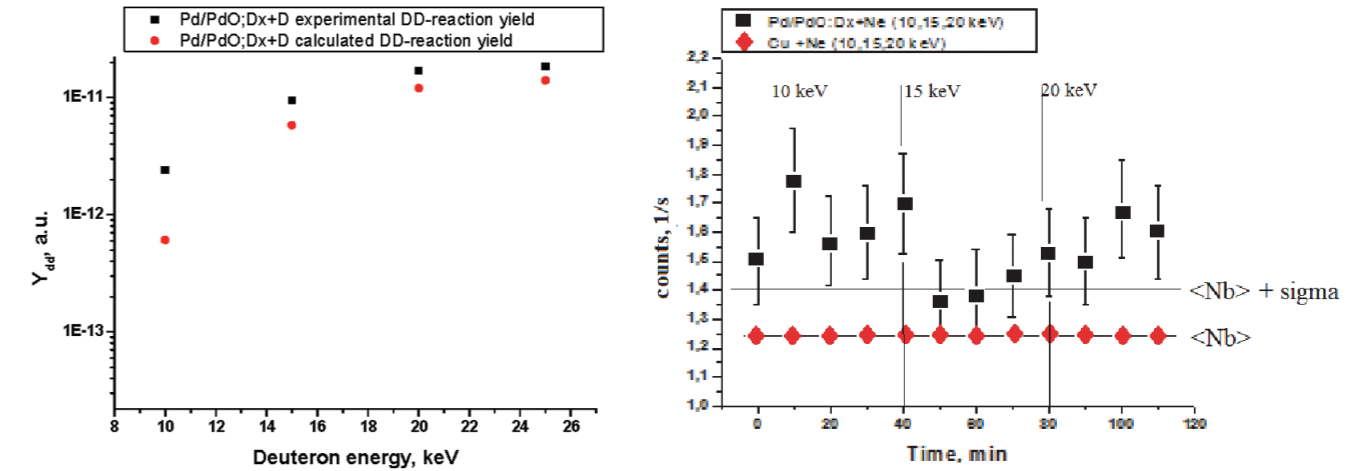
V. V. Belykh and M. V. Kochiev, Phys. Rev. B 92, 045307 (2015).

ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЯХ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

Отделение ядерной физики и астрофизики ФИАН

На уникальной установке ГЕЛИС ОЯФА ФИАН проведен цикл экспериментов по изучению экзотермической ядерной реакции D+D в кристаллических структурах при низких энергиях.

Экспериментально обнаружено значительное увеличение выхода продуктов DD-реакций (нейтронов и протонов) из гетероструктур Pd/PdO:D_x и Ti/TiO₂:D_x по сравнению с расчетным значением.



Зависимость выходов DD-реакции из мишени Pd/PdO:D_x от энергии пучка D+ (слева); ■ — измеренный выход DD-реакции, ● - выход DD-реакции, рассчитанный для данной энергии. Счет нейтронного детектора He-3 (справа) при облучении мишени пучком ионов (■). Мишень — Pd/PdO:D_x, пучок - Ne⁺ (10, 15, 20 кэВ). Средний фон (♦) измерен с мишенью Cu

A.V. Bagulya, O. D. Dalkarov, M. A. Negodaev, A. S. Rusetskii, and A. P. Chubenko, Study of DD-Reaction Yields from the Pd/PdO:D_x and the Ti/TiO₂:D_x Heterostructure at Low Energies using the HELIS Setup, Phys. Scr. 90 (2015) 074051 (5pp)

A.V. Bagulya, O.D. Dalkarov, M.A. Negodaev, A.S. Rusetskii, A.P. Chubenko, V.G. Ralchenko, A.P. Bolshakov, Channeling effect in polycrystalline deuterium-saturated CVD diamond target bombarded by deuterium ion beam, NIM B 355 (2015) 340-343

А.В. Багуля, О.Д.Далькаров, М.А.Негодаев, А.С.Русецкий, В.Г.Ральченко, ГЕНЕРАТОР БЫСТРЫХ МОНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НЕЙТРОНОВ, заявка на патент № 2014113629 от 08.04.2014 — получено положительное решение (2015).

В 2015 году закончено построение новой формулировки квантовой механики, в которой квантовые состояния задаются вероятностью. Новая вероятностная формулировка квантовой механики впервые позволила использовать для описания квантового состояния настоящие вероятности, такие же как и задающие состояние в классической статистической физике.

Создание данного подхода завершило многолетние попытки построения квантово-меха-

нического формализма наиболее близкого к классическому формализму, начатые еще в 1932 году введением функции Вигнера, продолженные в 1940 году введением функции Хусими и в 1963 году функции Глаубера-Сударшана, которые являются квазивероятностями. Используя соотношения неопределенностей в новой формулировке квантовой механики, удалось указать возможности объяснения необычных реакций, включая химические и ядерные реакции.

V. N. Chernega, O.V. Man'ko, V. I. Man'ko, "Minkovskii-type inequality for arbitrary density matrix of composite and noncomposite systems", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp. 17-23 (2015)

E. O. Kiktenko, A. K. Fedorov, O.V. Man'ko and V. I. Man'ko, "Tomographic discord for a system of two coupled nanoelectrical circuits", Phys. Scripta, Vol. 90, p. 055101 (2015) 7

E. O. Kiktenko, A. K. Fedorov, O.V. Man'ko and V. I. Man'ko, "Multilevel superconducting Circuits as two-qubit systems: Operations, state preparatuion, and entropic inequalities", Phys. Rev. A, Vol. 91, p. 0423212 (2015)

Vladimir I. Man'ko, Lyubov' A. Markovich, "Separability and entanglement of a spin-1 particle", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp. 110-118 (2015)

Vladimir N. Chernega, Olga V. Man'ko, Vladimir I. Man'ko, "Gross-Pitaevskii equation for the density matrix in the position representation", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp. 135-138 (2015)

Ivan V. Dudinets, Vladimir I. Man'ko, "The replica Method and entropy for a mixture of two-mode even and odd Schrodinger cat states", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp. 251-257 (2015)

Margarita A. Man'ko, Vladimir I. Man'ko, "Hidden quantum correlations in single qudit systems", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp. 301-311 (2015)

Vladimir I. Man'ko, L. A. Markovich, "Steering and correlations for a single qudit state on the example of spin $j=3/2$ ", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp. 343-349 (2015)

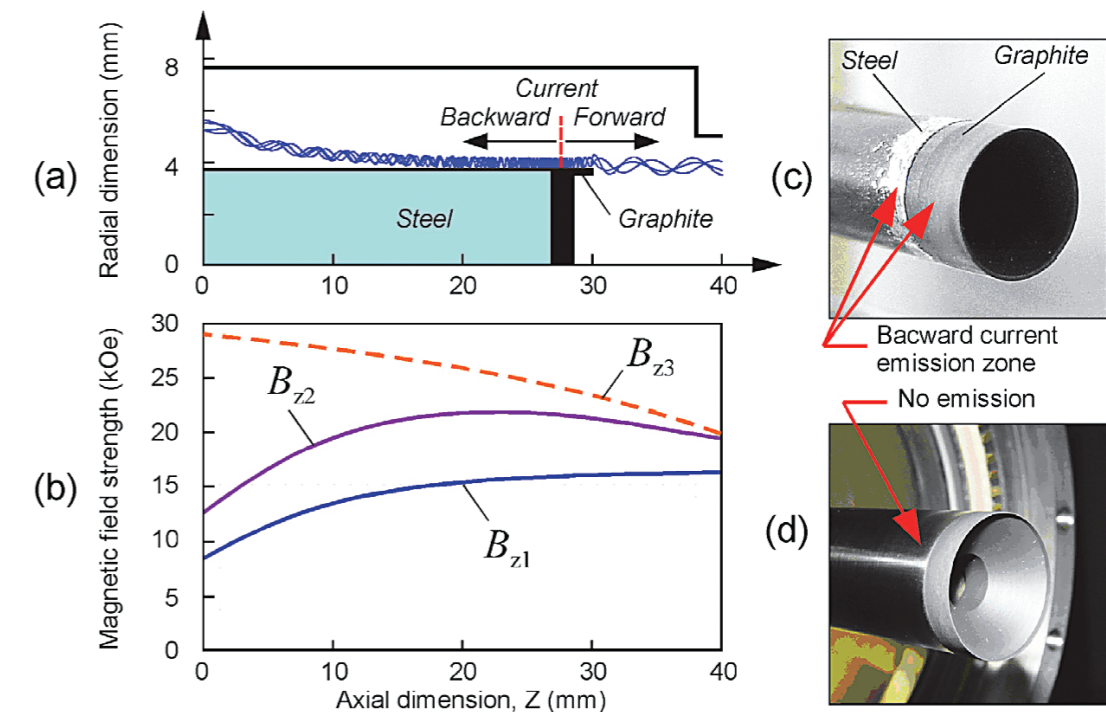
Ashot S. Avanesov, Vladimir I. Man'ko, "Unitary Transform and Subadditivity Condition for Composite and Noncomposite Systems", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp.430-439 (2015)

Evgenii Glushkov, Anastasiia Glushkova, Vladimir I. Man'ko, "Testing Entropic Inequalities for Superconducting Qudits", J. Russ. Laser Res. Vol. 36, pp. 448-457 (2015)

Vladimir N. Chernega, Olga V. Man'ko, Vladimir I. Man'ko, "Deformed entropy and information relations for composite and noncomposite systems", Foundation of Physics, v.45, pp.783-798 (2015)

Исследована динамика взрывной электронной эмиссии со стального катододержателя в коаксиальном диоде - основе релятивистских ламп обратной волны. Показано, что тренировка несколькими десятками импульсов может задержать паразитную эмиссию при наносекундном нарастании напряженности поля до 2 МВ/см. Дополнительное подавление шунтиру-

ющего тока осуществлялось профилированием магнитного поля, когда обратная силовая линия с кромки катода не отрывается по радиусу от поверхности стали. Эти меры обеспечивают стабильность эмиссии пучка трубчатым графитовым катодом, достаточную для синфазной генерации нескольких релятивистских ЛОВ.



(a) Прямой и обратный электронный ток в диоде с магнитной изоляцией при распределении магнитного поля B_{z1} . (b) Варианты распределений поля B_{z2} и B_{z3} , обеспечивающие подавление обратного тока. (c) – Эрозия стали при эмиссии обратного тока при поле типа B_{z1} . (d) Отсутствие эрозии в случае отсутствия обратного тока при поле B_{z2} .

M. I. Yalandin, G. A. Mesyats, V. V. Rostov, K. A. Sharypov, V. G. Shpak, S. A. Shunailov, and M. R. Ulmaskulov 2015 "Suppression of shunting current in a magnetically insulated coaxial vacuum diode," Appl. Phys. Lett. 106 233504.

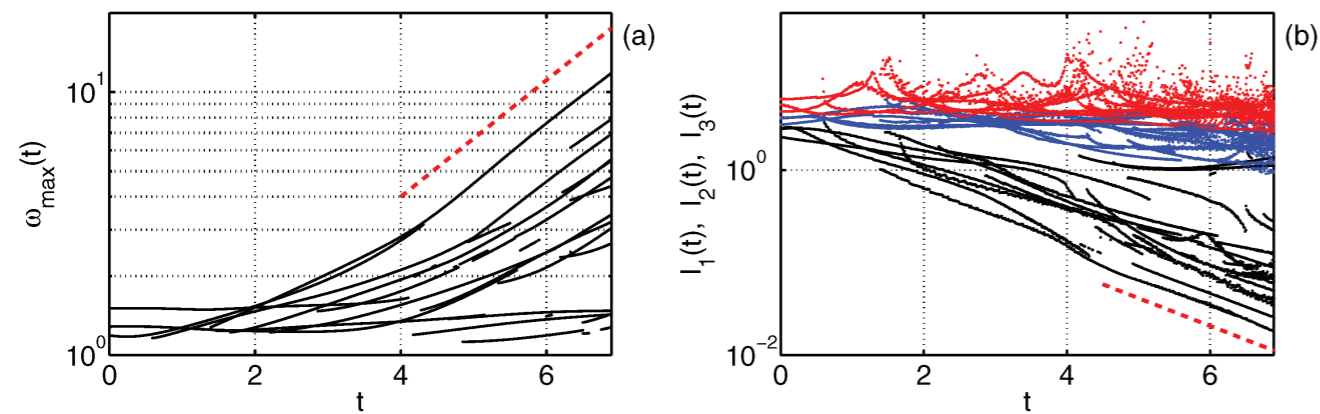
N. S. Ginzburg, A. W. Cross, A. A. Golovanov, G. A. Mesyats, M. S. Pedos, A. D. R. Phelps, I. V. Romanchenko, V. V. Rostov, S. N. Rukin, K. A. Sharypov, V. G. Shpak, S. A. Shunailov, M. R. Ulmaskulov, M. I. Yalandin, and I. V. Zotova, 2015 "Generation of Electromagnetic Fields of Extremely High Intensity by Coherent Summation of Cherenkov Superradiance Pulses," Phys. Rev. Lett., 115 114802.

ЗАРОЖДЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ВИХРЕВЫХ СЛОЯХ

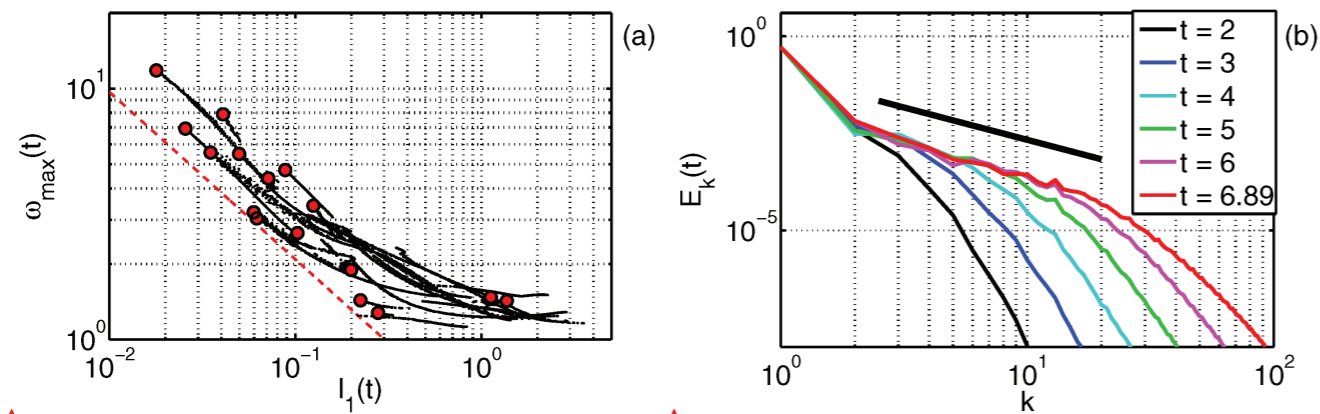
Сектор математической физики ФИАН

С помощью масштабных численных экспериментов (пространственные разрешения 10243 и 20483) для трехмерных невязких гидродинамических течений выяснено, что главную роль в зарождении развитой турбулентности играют когерентные структуры в виде сужающихся вихревых слоев (блинов) с высокой величиной завихренности.

Данные результаты получены с помощью двух независимых численных кодов, один из которых представляет собой прямое интегрирование уравнений Эйлера (в форме уравнений Гельмгольца), а другой код использует представление вихревых линий. В частности, второй код позволил сделать вывод, что образование блинов – это процесс опрокидывания вихревых линий.



Эволюция (a) локальных максимумов поля завихренности ω_{max} и (b) характерных размеров областей этих максимумов L_1 (черный), L_2 (синий), и L_3 (красный). Красные пунктирные линии означают зависимости $\omega_{max} \sim \exp(t/Tw)$ (a) и $L \sim \exp(-t/TL)$ (b) с характерными временами $Tw=2$ и $TL=1.4$, $TL/Tw \approx 2/3$



Эволюция локальных максимумов поля завихренности ω_{max} в зависимости от характерного размера L_1 соответствующих областей повышенной завихренности (a). Красные круги означают положение локальных максимумов в конце эволюции, красная пунктирная линия – закон $\omega_{max} \sim L^{-2/3}$. (b) Эволюция спектра энергии со временем. Черная прямая – колмогоровский закон $E_k \sim k^{-5/3}$

D.S. Agafontsev, E.A. Kuznetsov and A.A. Mailybaev, Development of high vorticity structures in incompressible 3D Euler equations, Physics of Fluids 27, 085102-18 (2015); doi: 10.1063/1.49276, arXiv:1502.01562 [physics.flu-dyn].

РАЗРАБОТАН НОВЫЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ (ЖКС)

Отделение квантовой радиофизики ФИАН, совместно с НИЦ КИ, ИКРАН, Политехнический университет Турина

Для практической реализации этого принципа достаточно внести хиральную примесь определённого химического строения в коммерчески доступные нематические жидкие кристаллы (НЖК), используемые при производстве дисплеев. Такой метод получения ЖКС на два порядка дешевле, чем традиционные способы химического синтеза ЖКС. Жидкокри-

сталлические сегнетоэлектрики, полученные этим методом, являются наиболее совершенным на сегодняшний день электрооптическим материалом для полноцветных дисплеев нового поколения (с последовательным чередованием цветов подсветки).

Созданы макетные образцы дисплеев

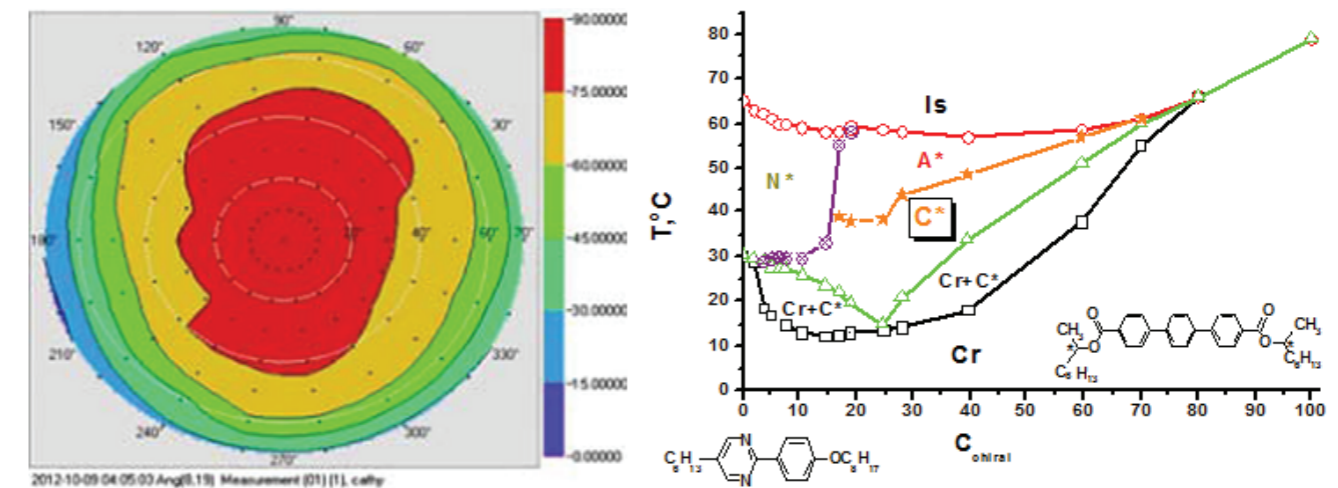


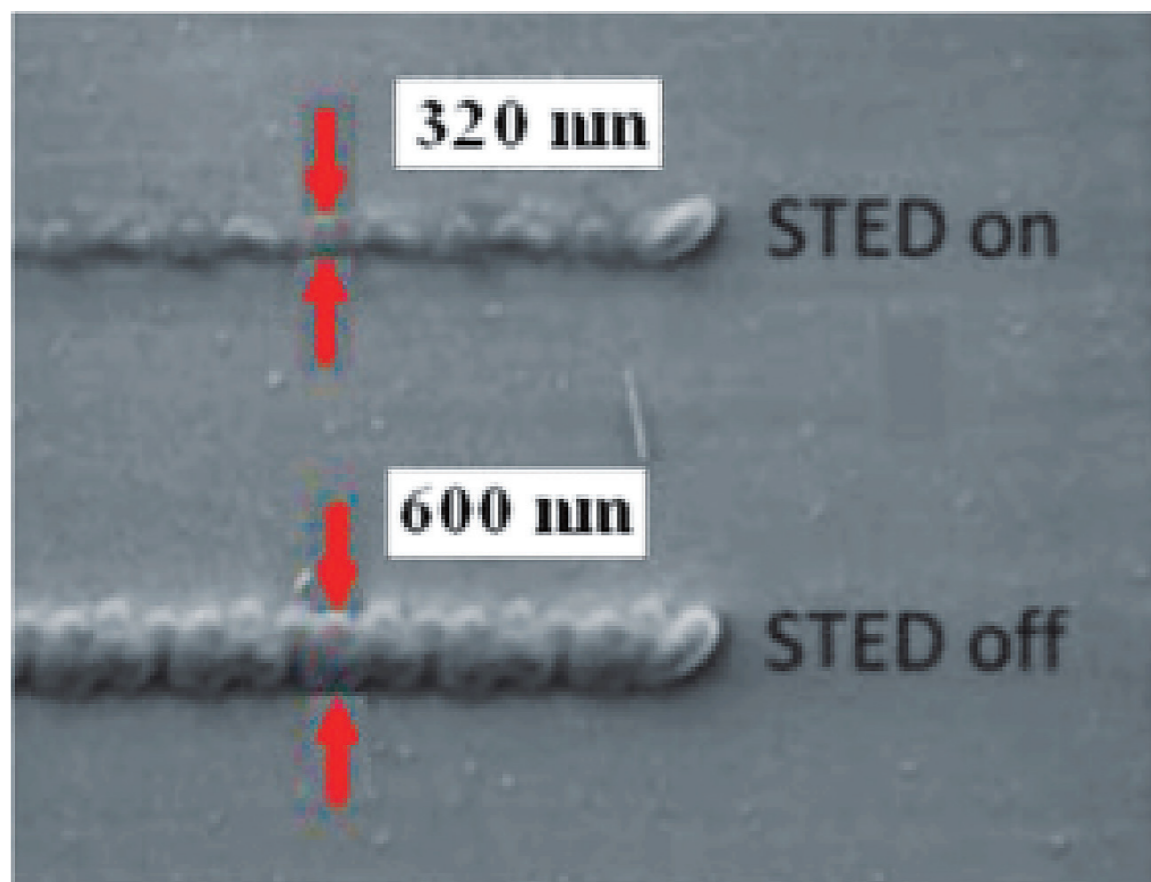
Диаграмма базовых цветов, формируемых дисплеем на частоте 1 кГц (слева) и фазовая диаграмма смеси нематического жидкого кристалла и немезогенного хирального соединения (справа)

E.P. Pozhidaev, S.I. Torgova, V.A. Barbashov, M.V. Minchenko, S.N. Silyanov, P.V. Dorovatovskii, B.I. Ostrovskii, A. Strigazzi, Ferroelectric C* phase induced in a nematic liquid crystal matrix by a chiral non-mesogenic dopant, Applied Physics Letters, 106, 062904, (2015).

НОВЫЙ МЕТОД АДДИТИВНОЙ НАНОТЕХНОЛОГИИ, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ ПОЛУЧАТЬ ПОВЕРХНОСТНЫЕ СТРУКТУРЫ РАЗМЕРОМ МЕНЬШЕ ДИФРАКЦИОННОГО ПРЕДЕЛА

Отделение оптики ФИАН

Улучшение пространственного разрешения достигается за счет применения подавления электронного возбуждения дополнительным излучением с кольцеобразной структурой поперечного распределения поля (по типу STED-микроскопии). Продемонстрировано фотовосстановление серебра и получение этим способом металлических и металлоорганических наноструктур.



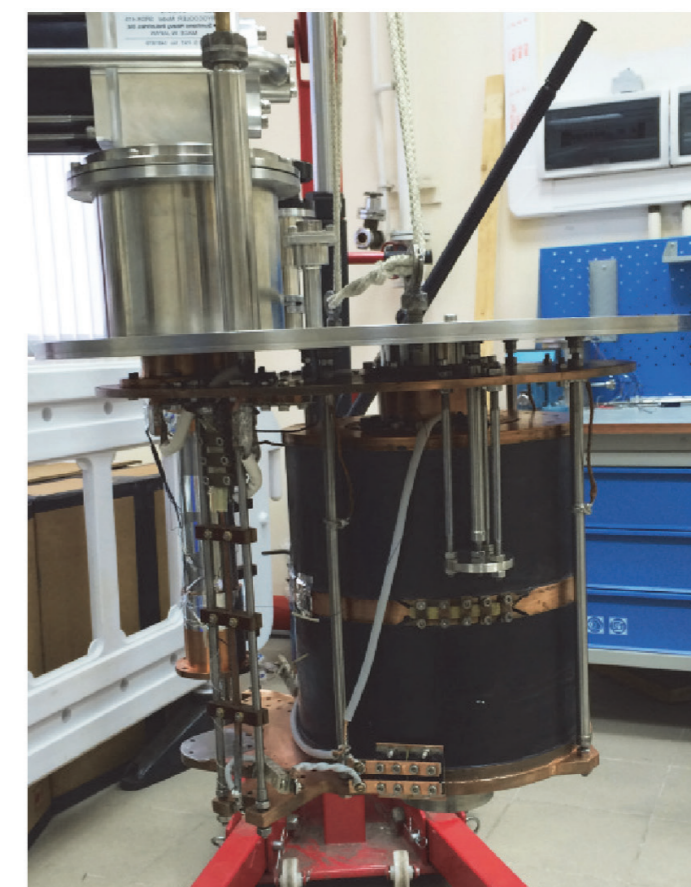
Полимерные линии, нанесенные на поверхность при использовании нового метода (STED on) и без него (STED off).

Патент: «Способ изготовления резистивных масок для нанолитографии» (RU 2510632, авторы Глубоков Д.А., Витухновский А.Г., Тайдаков И.В., Сычев В.В.).

СОЗДАНИЕ БЕЗГЕЛИЕВОГО МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОГО ТОМОГРАФА (МРТ)

Криогенный отдел ФИАН

- Разработан и изготовлен безгелиевый магнит для томографии конечностей и суставов
- Разработан программный пакет, позволяющий получать томограммы высокого разрешения
- Достигнута высокая временная стабильность магнитного поля в МРТ, которая превосходит 0.02 ppm/час, что, по крайней мере, не уступает зарубежным аналогам

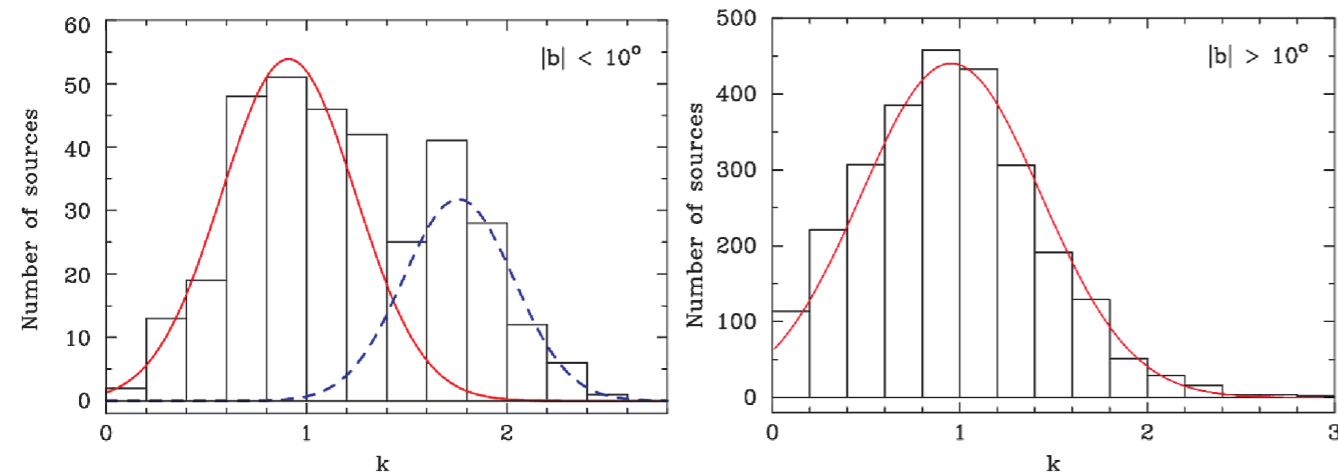


РАССЕИВАЮЩИЕ СВОЙСТВА МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЫ ГАЛАКТИКИ И ИСТИННЫЕ РАЗМЕРЫ ЯДЕР АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК ПО РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИМ ОБЗОРАМ КОМПАКТНЫХ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ

Измерены угловые размеры ядер активных галактик, проанализировано их распределение по небу и частотная зависимость для изучения синхротронного самопоглощения в струях, а также для исследования величины углового уширения в межзвездной среде. Были использованы РСДБ данные более чем 3000 компактных внегалактических радиоисточников, наблюдаемых на частотах от 2 до 43 ГГц. Обнаружено значительное увеличение угловых размеров внегалактических источников, наблюдаемых сквозь галактическую плоскость (галактическая широта $|b| \leq 10^\circ$) на 2, 5 и 8 ГГц, около трети из которых показывают значительное рассеяние (рисунок слева). Эти источники в основном обнаружены в направлениях к галактическому бару, региону Лебеда и области с галактической долготой $220^\circ \leq l \leq 260^\circ$ (окно Фицджеральда).

Установлено, что сила межзвездного рассеяния ядер активных галактик коррелирует с интенсивностью в линии $H\alpha$, с плотностью свободных электронов и галактической мерой вращения. Зависимость величины рассеяния от красного смещения источника является незначимой, на то, что доминирующие в рассеянии экраны расположены в нашей галактике. Найдено, что наблюдаемый угловой размер Sgr A* является крупнейшим среди тысяч ядер галактик по всему небу – однозначного объяснения этому феномену пока не получено.

Исключая внегалактические радиоисточники со значительным рассеянием, обнаружено, что угловой размер оптически толстых ядер в активных галактиках, как правило, пропорционален длине волны наблюдения, что подтверждает предсказания конической модели синхротронного выброса с равномерным распределением энергии (рисунок справа).



Гистограммы индекса k в зависимости размер-частота $\nu \sim \nu^{-k}$ для источников, видимых сквозь плоскость Галактики (слева) и вне ее (справа). Для источников с многоэпоховыми наблюдениями используется медианное значение индекса k . В левое распределение вписаны две гауссианы, представляющие две популяции источников, неподверженных рассеянию ($\langle k \rangle = 0.91$) и рассеянных ($\langle k \rangle = 1.76$). В распределение справа вписана одна гауссиана. Бины с отрицательными значениями индекса k , содержащие около 0.3% и 2.4% источников со значениями k вплоть до -0.01 и -0.47 для источников с низкой и высокой галактической широтой, не показаны

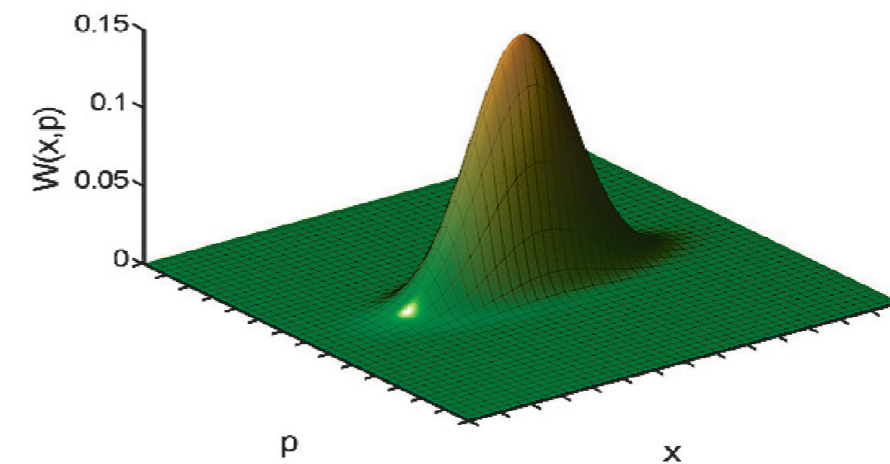
A. B. Pushkarev and Y. Y. Kovalev, «Milky Way Scattering Properties and Intrinsic Sizes of AGN Cores Probed by VLBI Surveys of Compact Extragalactic Radio Sources», MNRAS, 2015, 452, 4274-4282

КВАЗИКЛАССИЧЕСКАЯ СТОХАСТИЧЕСКАЯ ВОЛНОВАЯ ФУНКЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ ИЗ ПРОЦЕДУРЫ ТРЕТИЧНОГО КВАНТОВАНИЯ

Впервые показано, что в некоторых космологических моделях процедура третичного квантования совместно с естественно выбранным вакуумным состоянием для квантованной волновой функции Вселенной приводит к возникновению классических свойств волновой функции для масштабных факторов, превышающих планковское значение, но меньших, чем некоторая критическая, экспоненциально большая величина. Возникающая классическая волновая функция Вселенной является стохастической и может быть альтернативно описана в терминах матрицы плотности с вполне определенными свойствами. Видно, что функция Вигнера резко сжата вблизи классической траектории, тогда как существует значительный разброс в значениях амплитуды этой моды, который интерпретируется, как ее статистическая неопределенность.

В этом режиме амплитуда ведет себя как классическая случайная величина с гауссовым законом распределения. Для масштабных факторов, больших, чем планковский, но меньше, чем критический, практически все моды, вносящие существенный вклад в значения волновой функции, находятся в этом режиме.

Таким образом, показано, что третичное квантование может быть использовано для формулировки новых граничных условий для классических решений уравнения Уилера де Витта. Отметим, что в квантовой космологии эти граничные условия носят фундаментальный характер. В отличие от ранее предложенных «туннелирующего» условия Виленкина и принципа «отсутствия» границ Хартля и Хокинга, в нашем случае квантовое состояние Вселенной является с необходимостью смешанным.

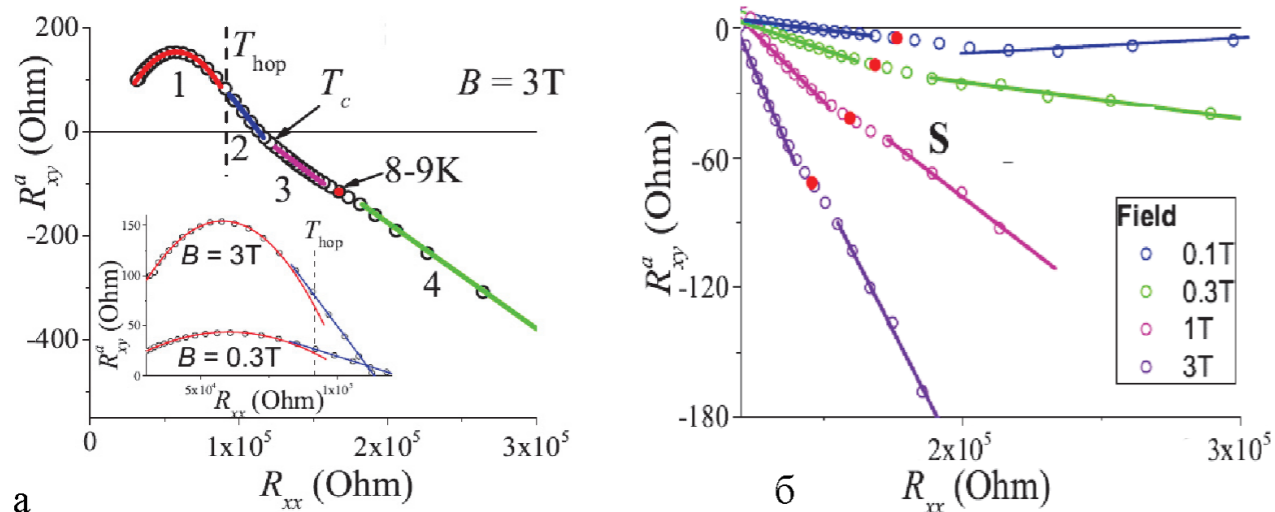


Функция Вигнера квантового состояния некоторой моды волновой функции, демонстрирующей квазиклассическое поведение. Так как функция Вигнера в нашем случае является положительной, она интерпретируется, как плотность вероятности в фазовом пространстве. По оси x отложена амплитуда этой моды, а по оси p – линейная комбинация канонического импульса (производной амплитуды по масштабному фактору) и амплитуды, причем центр координат на плоскости (x,p) находится в точке максимума функции Вигнера. Эта комбинация равна нулю для классического движения системы

Ivanov, P., Chernov, S. V., “Stochastic quasiclassical wavefunction of the Universe from the third quantization procedure”, Physical Review D, 2015, 92, 063507.

Уже на протяжении более 100 лет существует непрерывный интерес к аномальному эффекту Холла (АЭХ), который активно используется как метод исследования в физике магнитных явлений. В настоящее время АЭХ стал одним из основных методов исследования материалов полупроводниковой спинтроники, как способ фиксации спиновой поляризации носителей тока, а также как способ бездиссипативного управления спиновыми токами. В последние 10 лет очень активно обсуждается вопрос о природе этого явления, ему посвящено сотни работ и целый ряд обзоров (около 10). Данный пик интереса вызван стремлением выявить роль, обосновать и экспериментально обнаружить наличие бездиссипативного, называемого «собственным» (intrinsic), механизма этого явления связанного с фазой Берри и хиральностью системы и возникает как следствие квантовой интерференции. АЭХ широко исследуется в объемных металлических ферро-

магнетиках, но в системах с диэлектрическим, прыжковым характером проводимости экспериментов по исследованию даже нормального эффекта Холла считанное количество в силу малости его величины. В нашей работе представлено первое прямое экспериментальное обнаружение и доказательство «собственного» Berry-Pancharatnam механизма АЭХ в 2D системе с диэлектрическим характером проводимости. Исследовались структуры типа квантовая яма GaInAs с отдаленным слоем магнитной примеси (дельта слой Mn). Анализ экспериментальных данных выявил наличие четырех температурных интервалов, характеризующихся различным поведением АЭХ и связанным с переходами от дрейфовой к прыжковой проводимости; установлением ферромагнитного упорядочения, вследствие перколяционного перехода и, наконец, при температурах ниже 10 К с переходом к доминантной роли «собственного» Berry-Pancharatnam механизма АЭХ.



Параметрическая зависимость аномального холловского сопротивления R_{xy}^a от продольного сопротивления R_{xx} (параметр температура); (а) в поле 3 Тл, вставка демонстрирует переход от квадратичной к линейной зависимости; (б) показаны зависимости в полях 0.1, 0.3, 1 и 3 Тл в области температур ниже 30 К

L.N. Oveshnikov, V.A. Kulbachinskii, A.B. Davydov, B.A. Aronzon, I.V. Rozhanskii, N.S. Averkiev, K.I. Kugel, V. Tripathi, Berry phase mechanism of the anomalous Hall effect in a disordered two-dimensional magnetic semiconductor structures, Nature: Scientific Reports, 5 17158 (2015).

Теоретически и на основании численных расчетов по одномерным, двумерным и трехмерным гидродинамическим программам показано, что сдвиг центра сферической термоядерной мишени из точки наведения лазерных пучков приводит к значительному снижению эффективности горения мишени. При сдвиге всего лишь 5% от начального радиуса мишени коэффициент термоядерного усиления уменьшается на два порядка от 11 (нейтрон-

ный выход 10^{19}) до 0.07–0.1 (нейтронный выход $(7-10) \times 10^{16}$). Причинами эффекта являются несовпадение моментов достижения максимальной плотности и температуры плазмы, а также увеличение дистанции между областями максимального сжатия и нагрева по сравнению с симметричным сжатием. В результате скорость термоядерной реакции оказывается недостаточной для саморазогрева и зажигания мишени.

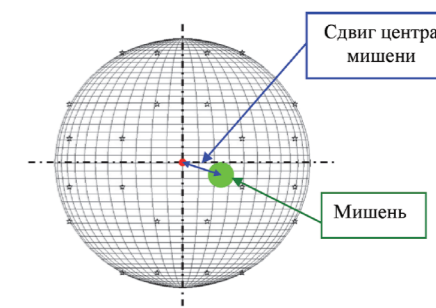
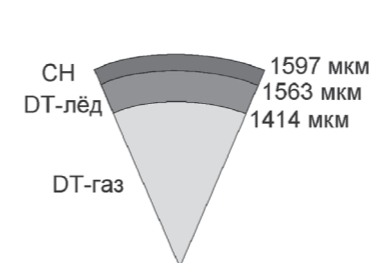
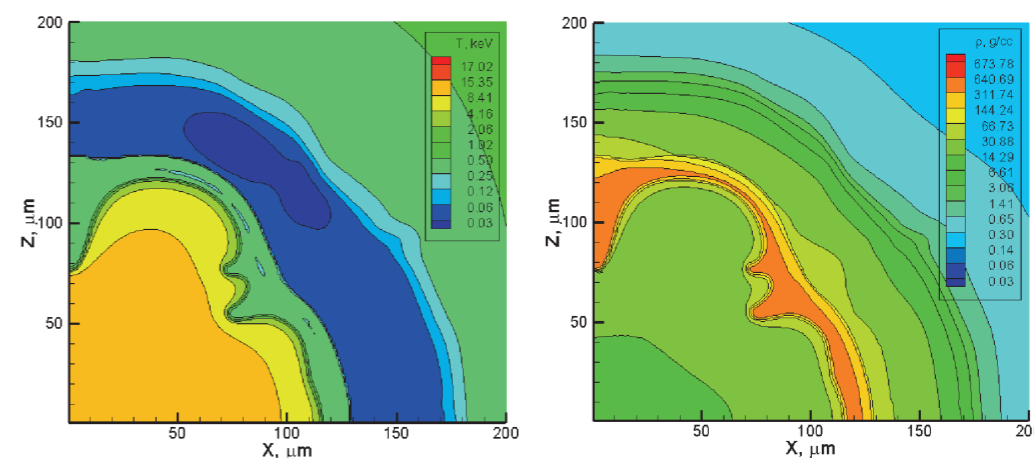


Схема сферической термоядерной мишени прямого облучения для Российского проекта лазерной установки с энергией 2 МДж (192 пучка излучения 2-й гармоники неодимового лазера)

Схема облучения мишени на мегаджоульной лазерной установке Российского проекта, поясняющая сдвиг мишени из центра наведения пучков



Пространственные распределения температуры (левая панель) и плотности (правая панель) в момент времени 11.1 нс, близкий к моменту максимального сжатия

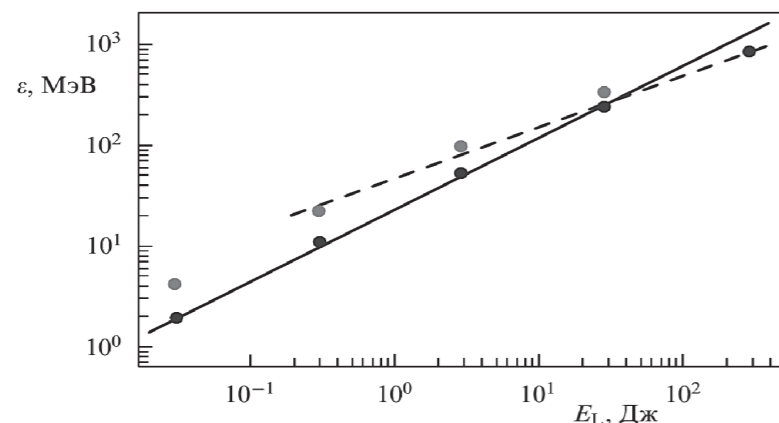
С.А. Бельков, С.В. Бондаренко, Г.А. Вергунова, С.Г. Гаранин, С.Ю. Гуськов, Н.Н. Демченко, И. Я. Доскоц, П.А. Кучугов, Н.В. Змитренко, В.Б. Розанов, Р.В. Степанов, Р.А. Яхин. Термоядерные мишени прямого облучения лазерным импульсом мегаджоульного уровня. ЖЭТФ, 148, 784, 2015

N.N. Demchenko, I.Ya. Doskoch, S.Yu. Gus'kov, P.A. Kuchugov, V.B. Rozanov, R.V. Stepanov, G.A. Vergunova, R.A. Yakhin, N.V. Zmitrenko. Irradiation asymmetry effects on the direct drive targets compression for the megajoule laser facility. Laser and Particle Beams. 2015. DOI:10.1017/S02630346150006711.

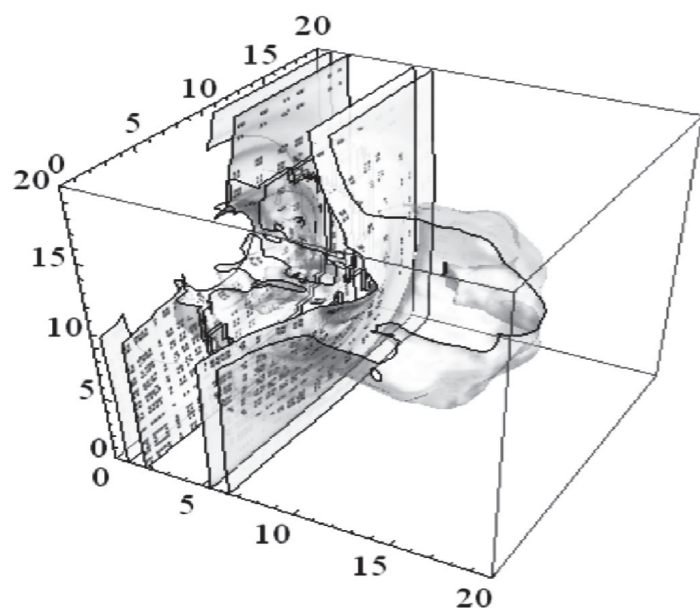
ОПТИМИЗАЦИЯ УСКОРЕНИЯ ПРОТОНОВ ИЗ ТОНКИХ ФОЛЫГ, ОБЛУЧАЕМЫХ КОРОТКИМИ МОЩНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

На основе проведенных многопараметрических трехмерных численных расчетов была найдена универсальная зависимость максимальной энергии ускоренных лазерным импульсом протонов от энергии лазерного излучения для оптимальных условий взаимо-

действия лазера с тонкими твердотельными фольгами, предсказывающая, что энергия протонов растет как энергии лазера в степени 0.7. Была предложена аналитическая модель ускорения, подтверждающая основные тенденции, обнаруженные в численном эксперименте.



Зависимость максимальной энергии протонов для оптимальной толщины мишени от энергии лазера для пятна фокусировки 4 мкм (чёрные точки) и 2 мкм (серые точки). Сплошная и пунктирная линия отвечают соответственно скейлингам $\approx 22 E_L^{0.7}$ и $\approx 45 E_L^{0.5}$



Пространственное распределение ускоренных протонов

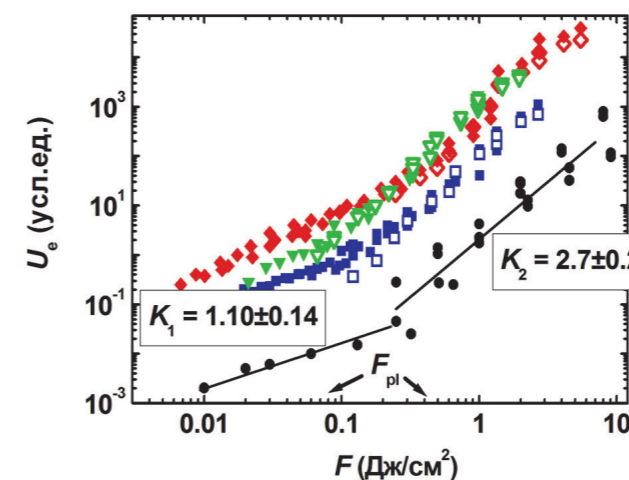
Brantov A. V., Govras E. A., Bychenkov V. Yu., and Rozmus W., Wide-range analysis of the intensity-dependent optimization of laser-triggered ion acceleration, Phys. Rev. ST Accel. Beams, Vol. 18, 021301(1-7), (2015) DOI: 10.1103/PhysRevSTAB.18.021301

В. Ю. Быченко, А. В. Брантов, Е. А. Говрас, В. Ф. Ковалев, «Лазерное ускорение ионов: новые результаты, перспективы применения», УФН, Т. 158, №1, с. 77-88, (2015)

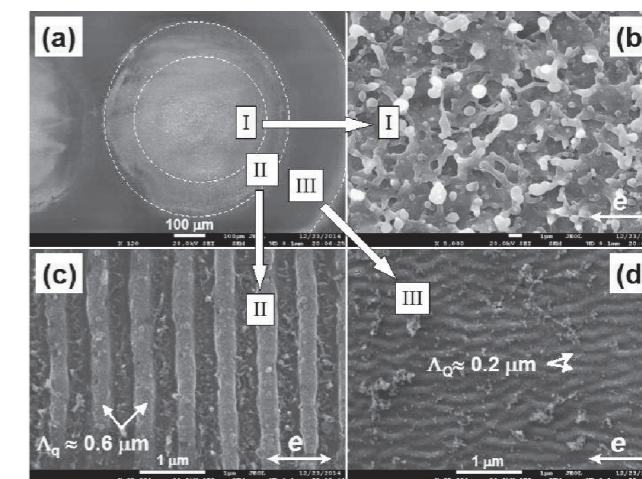
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭРОЗИОННОЙ ПЛАЗМЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Впервые с помощью электростатической коллекторной схемы обнаружен эффект низкопороговой (ниже порога термической фемтосекундной абляции) эмиссии плазмы с поверхности полупроводников и металлов под действием фемтосекундных лазерных импульсов. Корре-

кция пороговой плотности энергии для выхода плазмы и плато оптического отражения возбуждающих фемтосекундных лазерных импульсов накачки от поверхности указанных материалов указывает на сверхбыстрый (в масштабе лазерного импульса накачки) характер эмиссии.



Зависимости эмиссионных сигналов U_e от плотности энергии F для 10 импульсов для разных материалов: медь (ромбы), титан (треугольники), алюминий (квадраты), графит (кружки). Стрелками показан диапазон перехода от электронной эмиссии к выходу плазмы вблизи порога F_{pl}



СЭМ снимки участка поверхности алюминия, аблированного при 30 импульсах и плотности энергии $F = 0.45$ Дж/см²: а – общий вид с областями I-III, б – область откольной абляции I при $F \geq 0.4$ Дж/см², с – промежуточная до-абляционная область II (0.25 Дж/см² $\leq F \leq 0.4$ Дж/см²), покрытая около-волновыми решетками нормальной ориентации с периодом Λ_q , d – внешняя область III, покрытая нанорешетками аномальной ориентации с периодом Λ_q (0.1 Дж/см² $\leq F \leq 0.2$ Дж/см²). Двусторонняя стрелка указывает поляризацию лазерного излучения e

С.Г. Бежанов, А.А. Ионин, А.П. Канавин, С.И. Кудряшов, С.В. Макаров, Л.В. Селезнев, Д.В. Сеницын, П.Н. Салтуганов, С.А. Урюпин, Отражение пробного импульса и термоэмиссия электронов при нагреве пленки алюминия фемтосекундным импульсом лазерного излучения, ЖЭТФ 147 (6), 1087-1097 (2015).

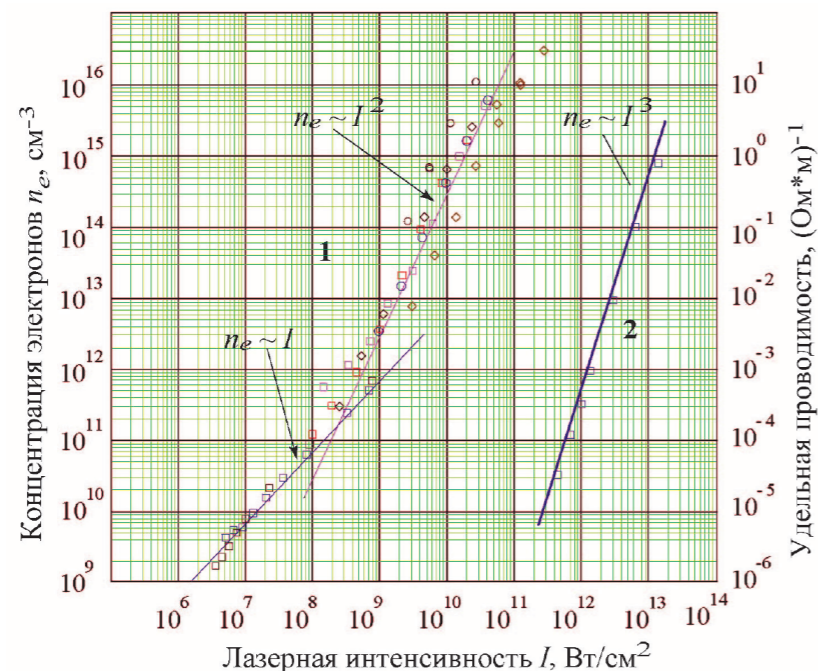
А.А. Ионин, С.И. Кудряшов, С.В. Макаров, П.Н. Салтуганов, Л.В. Селезнев, Д.В. Сеницын, Электронная эмиссия и сверхбыстрое низкопороговое плазмообразование при одноимпульсной фемтосекундной лазерной абляции поверхности материалов, ПЖЭТФ 101 (5), 336-341 (2015).

Andrey A. Ionin, Sergey I. Kudryashov, Sergey V. Makarov, Nikolay N. Mel'nik, Pavel N. Saltuganov, Leonid V. Seleznev, Dmitry V. Sinitsyn, Ultrafast Femtosecond Laser Ablation of Graphite, Laser Physics Letters 12, 075301 (2015).

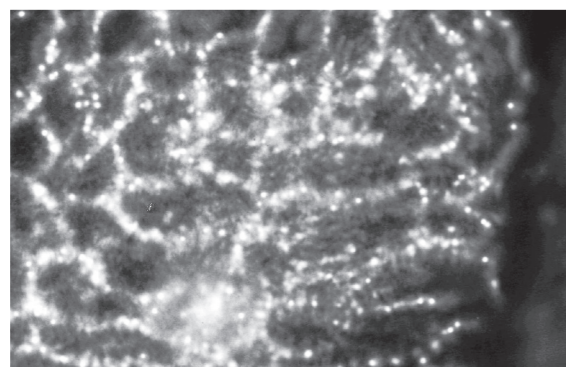
S.I. Kudryashov, S.V. Makarov, A.A. Ionin, C.S.R. Nathala, A. Ajami, T. Ganz, A. Assion, W. Husinsky, Dynamic polarization flip in nanoripples on photoexcited Ti surface near its surface plasmon resonance, Opt. Lett. 40 (21), 4967-4970 (2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ УФ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ГАЗОВЫМИ СРЕДАМИ

На гибридной титан-сапфир/KrF лазерной системе исследованы механизмы фотоионизации воздуха УФ излучением с длиной волны 248 нм (энергия квантов ~ 5 эВ) и измерены параметры одиночных и множественных филаментов, образующихся при фокусировке лазерного пучка и его свободном распространении.



Электронная плотность n_e , cm^{-3} , создаваемая 25 нс 1 и 100 фс 2 импульсами в воздухе в зависимости от лазерной интенсивности I W/cm^2 . Разные символы соответствуют различным условиям фокусировки



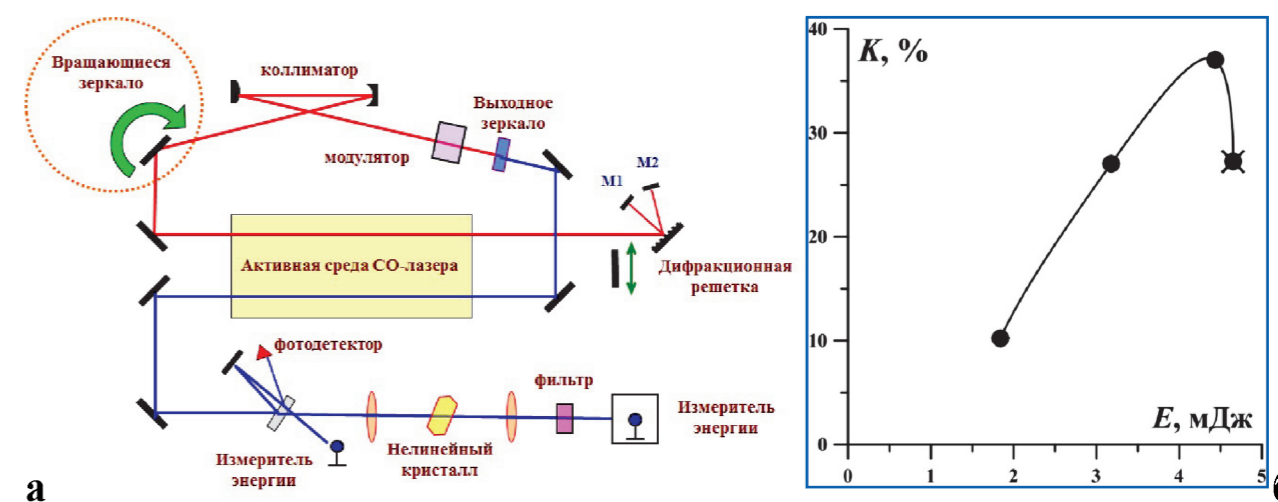
Распределение интенсивности излучения для УКИ с пиковой мощностью $P \sim 0.23$ ТВт на расстоянии 25 м от оконечного усилителя, полный размер изображения по горизонтали 40 мкм

Зворыкин В.Д., Ионин, А.А., Левченко А. О., Селезнев Л.В., Сеницын Д.В., Сметанин И.В., Устиновский Н.Н., Шутов А.В. "Протяженные плазменные каналы в воздухе, созданные УФ лазером и их применение для управления электрическими разрядами", Физика плазмы, 41, 125-162 (2015).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНВЕРСИИ ЧАСТОТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ ИК ДИАПАЗОНА В НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Экспериментально измерена эффективность конверсии частоты (генерация второй гармоники, суммарных и разностных частот) излучения молекулярного газового лазера (СО-лазера) в нелинейных кристаллах. При генерации второй гармоники излучения СО-лазера, генерировавшего короткий (дли-

тельностью ~1 мкс) цуг мощных наносекундных импульсов, получена рекордно высокая эффективность конверсии 37%. Продемонстрирована возможность двухкаскадного преобразования частоты излучения СО-лазера в одном и том же образце нелинейного кристалла.



(а) Оптическая схема СО-лазерной системы, которая действовала в режиме синхронизации мод и генерации короткого цуга (длительностью ~1 мкс) наносекундных импульсов излучения. (б) При оптической накачке кристалла ZnGeP2 излучением такой СО-лазерной системы, действовавшей на одной спектральной линии 9→8 P(9) с длиной волны 5,19 мкм, достигнута рекордно для СО-лазера высокая эффективность генерации второй гармоники 37%

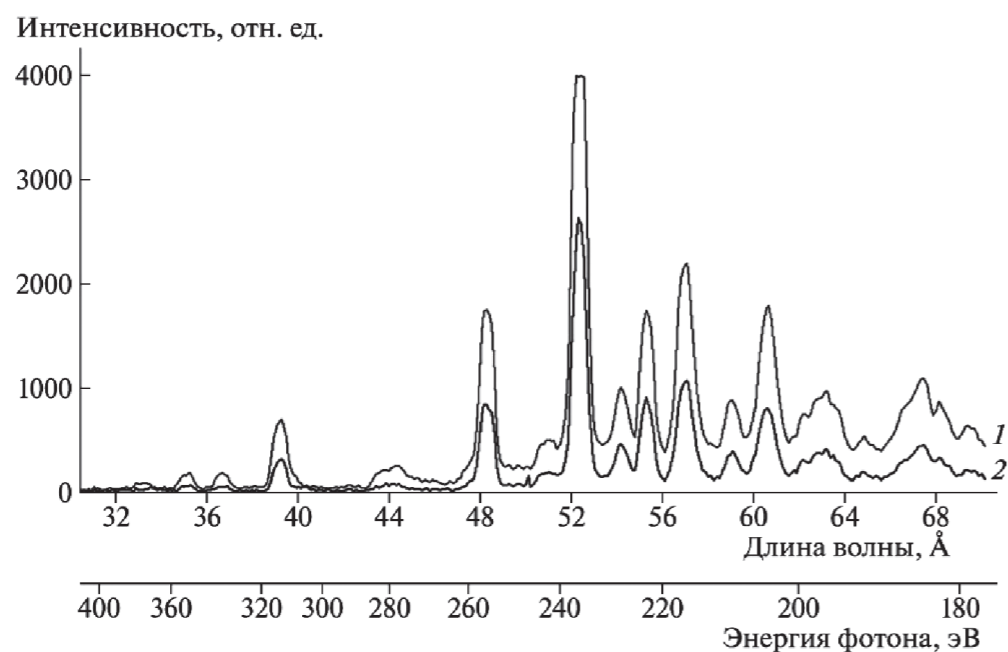
А.А. Ионин, И.О. Киняевский, Ю.М. Климачев, А.А. Котков, «Конверсия частоты излучения молекулярных газовых ИК лазеров в нелинейных кристаллах (обзор)», Оптика и спектроскопия, 119 (3) 27–33 (2015). DOI: 10.7868/S0030403415090159.

Yu.M. Andreev, O.V. Budilova, A.A. Ionin, I.O. Kinyaevskiy, Yu.M. Klimachev, A.A. Kotkov, A.Yu. Kozlov. "Frequency conversion of mode-locked and Q-switched CO laser radiation with efficiency up to 37%," Optics Letters, 40(13) 2997-3000 (2015). DOI: 10.1364/OL.40.002997.

O.V. Budilova, A.A. Ionin, I.O. Kinyaevskiy, Yu.M. Klimachev, A.A. Kotkov, A.Yu. Kozlov. "Mode-locked and Q-switched carbon monoxide laser system," Optics Communications, Volume: 345, Pages: 163-167 (2015). DOI: 10.1016/j.optcom.2015.02.009.

СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ В МЯГКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ

В экспериментах на лазерной установке «Канал-2» получены спектры излучения алюминиевой плазмы в мягком рентгеновском диапазоне (30–70 Å) при плотности потока лазерного излучения $(1-7) \times 10^{13}$ Вт/см². Проведённое численное моделирование по одномерному численному коду RADIAN демонстрирует хорошее согласие расчётных и экспериментальных спектров.



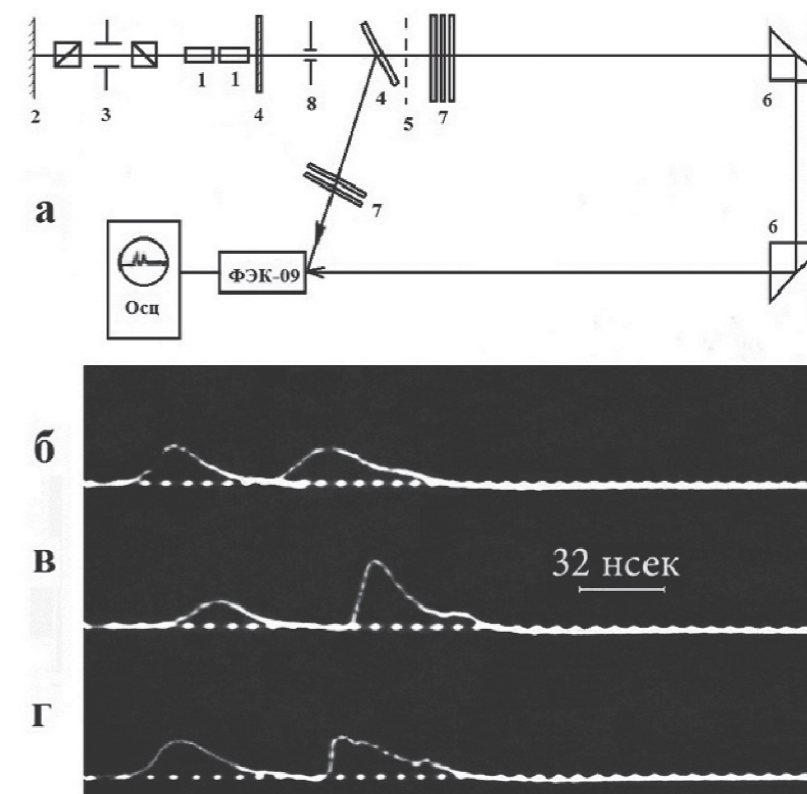
Экспериментальные спектры излучения плазмы из алюминия при энергии воздействующего излучения 32 Дж (1) и 21 Дж (2)

Г.А. Вергунова, А.С. Грушин, А.А. Кологривов, В.Г. Новиков, М.В. Осипов, В.Н. Пузырёв, В.Б. розанов, А.Н. Стародуб, О.Ф. Якушев. «Спектр Излучения Алюминиевой Лазерной Плазмы в Мягком Рентгеновском Диапазоне» Физика Плазмы, 2015, том 41, № 5, с. 443–450

СКАЧОК ПРОПУСКАНИЯ В ТОНКОМ СЛОЕ АЛЮМИНИЯ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ

Проведен анализ результатов экспериментов с тонкой (≈ 0.05 мкм) алюминиевой пленкой на лавсановой ленте (пленка «майлар»), применявшейся с лазерами на неодимовом стекле в качестве просветляющегося под действием излучения оптического затвора. Зарегистрирован скачок пропускания затвора (от $\approx 0.1\%$ до

$\approx 50\%$ за ≈ 1 нс) при воздействии на слой Al наносекундных (10^{-7} – 10^{-8} с) импульсов неодимового лазера с интенсивностью до 0.1 ГВт/см². Предложен механизм быстрого (10^{-10} – 10^{-11} с) увеличения пропускания затвора при фазовом переходе металл-диэлектрик в расширяющемся слое Al.



Формирование импульсов лазера на неодимовом стекле с модуляцией добротности оптическим затвором на основе металлизированной пленки «майлар» ($\approx 0,05$ мкм слой Al на лавсане). (а) Схема эксперимента: 1 – стержни $\varnothing 10 \times 120$ мм из стекла КГСС-7, 2 – «глухое» зеркало резонатора, 3 – ячейка Керра, 4 – пластинки из стекла К-8, 5 – затвор на Al пленке, 6 – призмы, 7 – светофильтры, 8 – диафрагма. (б-г) Осциллограммы импульсов до затвора (слева) и после (справа) прохождения затвора и оптической задержки: воздействие на слой Al полным сечением пучка (б) и пучком, прошедшим диафрагмы $\varnothing 5$ мм (в) и $\varnothing 1,5$ мм (г)

В.С. Зуев, Ю.В. Сенатский. О работе оптического затвора на основе тонкой металлической пленки // Краткие сообщения по физике. 2015. Вып.4. С.16

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ НЕПРЕРЫВНЫЙ ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛЕ Cr²⁺: CdSe с ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В СРЕДНЕМ ИК ДИАПАЗОНЕ

Впервые создан твердотельный непрерывный перестраиваемый лазер на кристалле Cr²⁺: CdSe с диодной накачкой для прецизионной спектроскопии в среднем ИК диапазоне. Получена плавная перестройка длины волны в диапазоне 2.45 – 3.06 мкм при вы-

ходной мощности до 50 мВт. Лазер перспективен, в том числе, для разработки на его основе компактного метанового оптического стандарта частоты со стабильностью частоты 10⁻¹⁶–10⁻¹⁷ (время усреднения 1–10⁵ с).

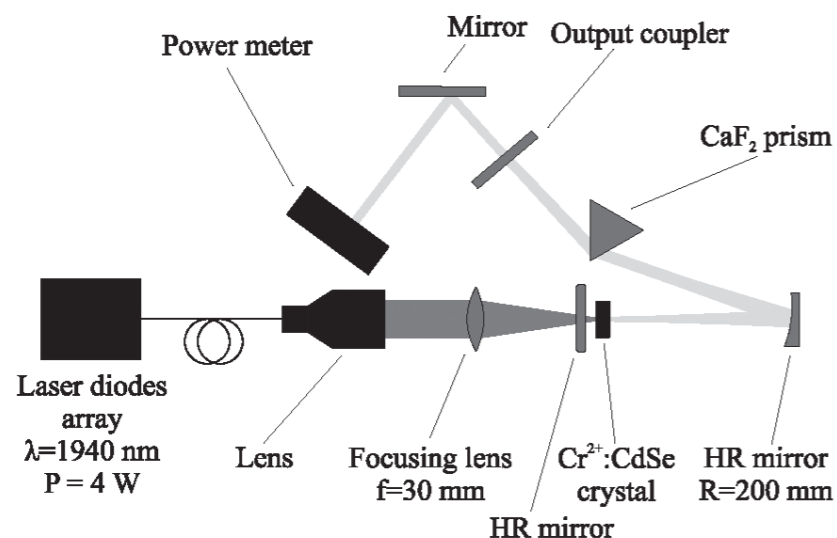
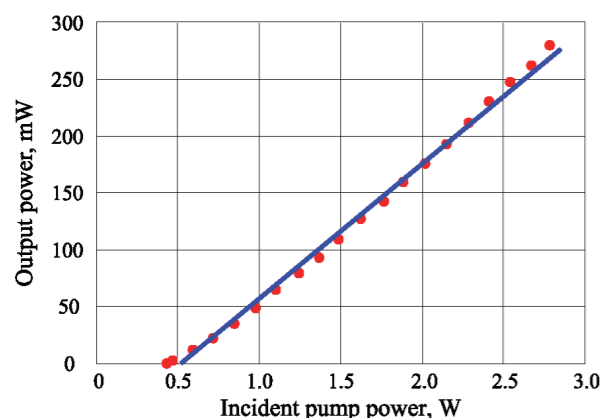
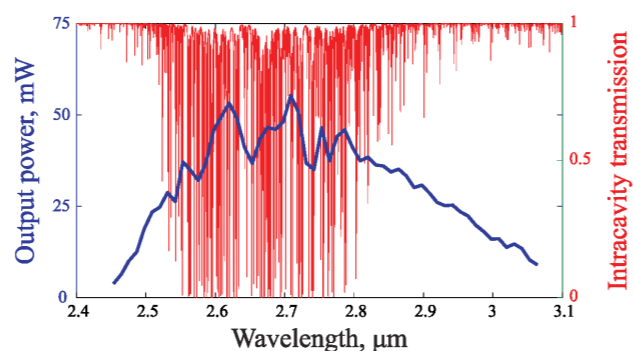


Схема экспериментальной установки для измерения перестроечных характеристик непрерывного Cr²⁺:CdSe лазера



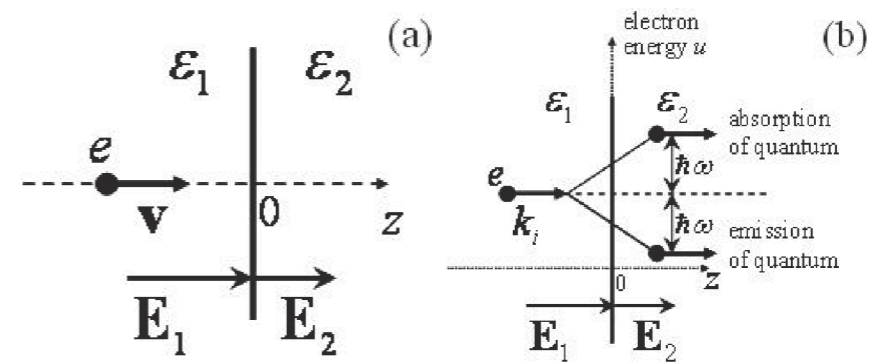
Выходная мощность непрерывного Cr²⁺:CdSe (длина волны 2,6 мкм) от мощности диодного лазера накачки (длина волны 1,9 мкм). Эффективность преобразования – 12 %



Перестроечная характеристика непрерывного Cr²⁺:CdSe лазера

ПЕРЕХОДНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ И ЕГО РОЛЬ В ПОВЕРХНОСТНОЙ ФОТОЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ МЕТАЛЛА

Впервые, в рамках классического и квантового подходов рассмотрено переходное поглощение энергии электромагнитного поля электроном, пересекающим границу двух сред с различными диэлектрическими проницаемостями. Показано, что переходное поглощение может давать существенный вклад в поверхностный механизм фотоэлектронной эмиссии из металла.



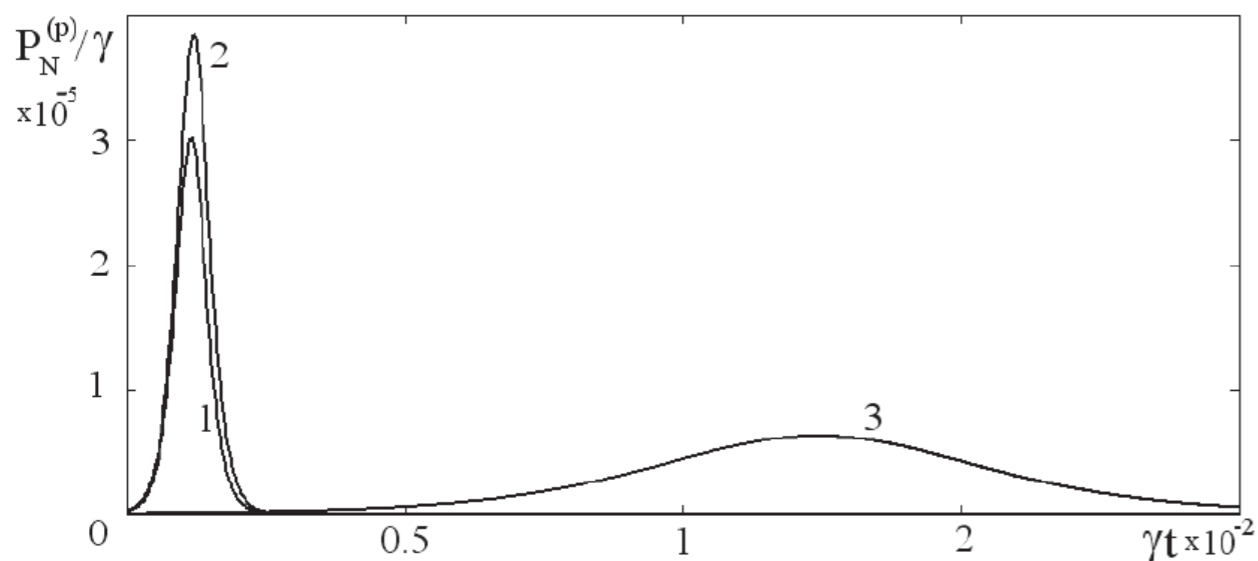
Электрон, рассматриваемый как классическая частица, движется по прямой, нормальной к границе двух сред с различными диэлектрическими проницаемостями, пересекая эту границу; «Энергетическая диаграмма» к квантовомеханической задаче: электрон, падающий на границу двух сред может поглотить или излучить квант, проходя через неё

S. V. Zhukovsky, I. E. Protsenko, R. Sh. Ikhsanov, I. V. Smetanin, V. E. Babicheva, A. V. Uskov, «Transition absorption as a mechanism of surface photoelectron emission from metals», physica status solidi (Rapid Research Letters), 9(10), 570–574 (2015)

ОПИСАНИЕ СВЕРХИЗЛУЧЕНИЯ ВБЛИЗИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ НАНОЧАСТИЦЫ В МОДЕЛИ ДИКЕ

В предположении, что число атомов вблизи сферической металлической наночастицы велико, так что они сильно взаимодействуют друг с другом и образуются их коллективные состояния показано, что наночастица ускоряет сверхизлучение атомов аналогично тому, как она ускоряет спонтанное излучение од-

ного атома. Часть энергии, запасенной атомами, поглощается наночастицей, а оставшаяся (примерно 50%) переходит в импульс сверхизлучения. Получены временные зависимости мощности импульса сверхизлучения, его длительности и задержки относительно момента возбуждения атомов.



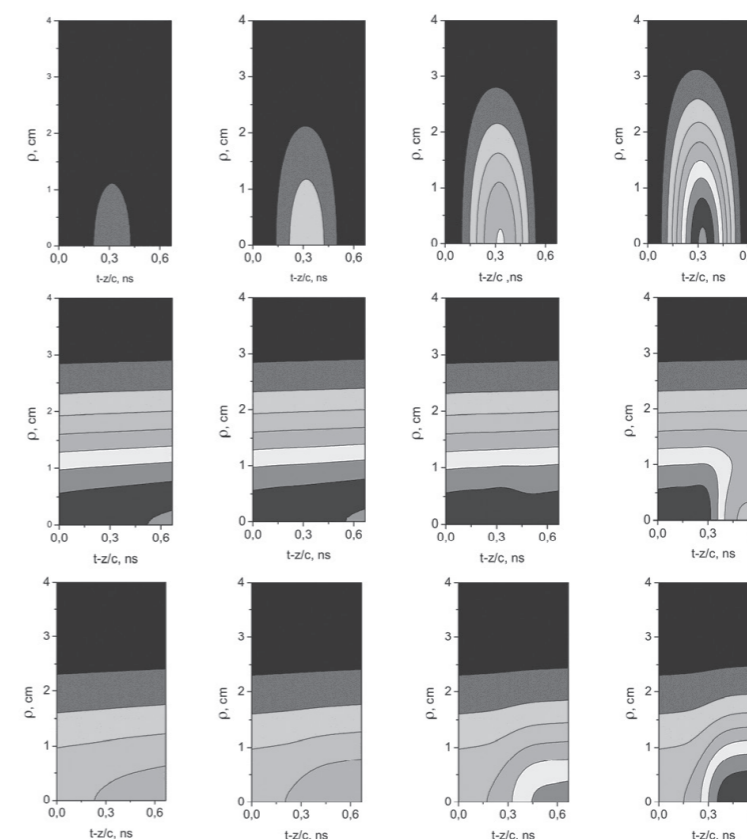
Мощности импульсов СИ от 500 эмиттеров на поверхности сферической оболочки радиуса 25 нм серебряной – кривая 1, золотой – 2 сферических НЧ радиусов 10 нм и на поверхности диэлектрической сферической НЧ радиуса 25 нм – 3. - время спонтанного излучения в свободном пространстве

И. Е. Проценко, А. В. Усков, «Сверхизлучение нескольких атомов вблизи металлической наночастицы», Квантовая электроника, том 45, стр. 561–572 (2015)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ В ПЛАЗМЕННОМ КАНАЛЕ, СОЗДАННОМ ИЗЛУЧЕНИЕМ МОЩНОГО УФ ЛАЗЕРА ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Исследована эволюция неравновесной плазмы канала, созданной в различных газах мощным KrF- фемтосекундного лазерного импульса. Показано, что такой плазменный канал может быть использован в качестве волновода для транспортировки и усиления радиочастотного излучения вплоть до субтерагерцового диапазона частот. На основе самосогласованного

решения кинетического уравнения Больцмана для функции распределения электронов по энергиям в различных пространственных точках среды и волнового уравнения в параксиальном приближении для транспортируемого СВЧ излучения построена модель, позволяющая исследовать особенности распространения радиочастотных импульсов в плазменных волноводах.



Распределения интенсивности в импульсе (a), коэффициента усиления (поглощения) (b), показателя преломления (c) в плазме при распространении радиочастотного импульса для различных значений времени (1, 2, 3, 3.7 нс слева направо). Начальная интенсивность излучения 10 Вт/см². По оси абсцисс отложено запаздывающее время (в наносекундах), а по оси ординат поперечная координата (в см)

A. Bogatskaya, I. Smetanin, E. Volkova, A. Popov Guiding and amplification of microwave radiation in a plasma channel created in gas by intense ultraviolet laser pulse / Laser and Particle Beams. — 2015. — Vol. 33, no. 1. — P. 17–25.

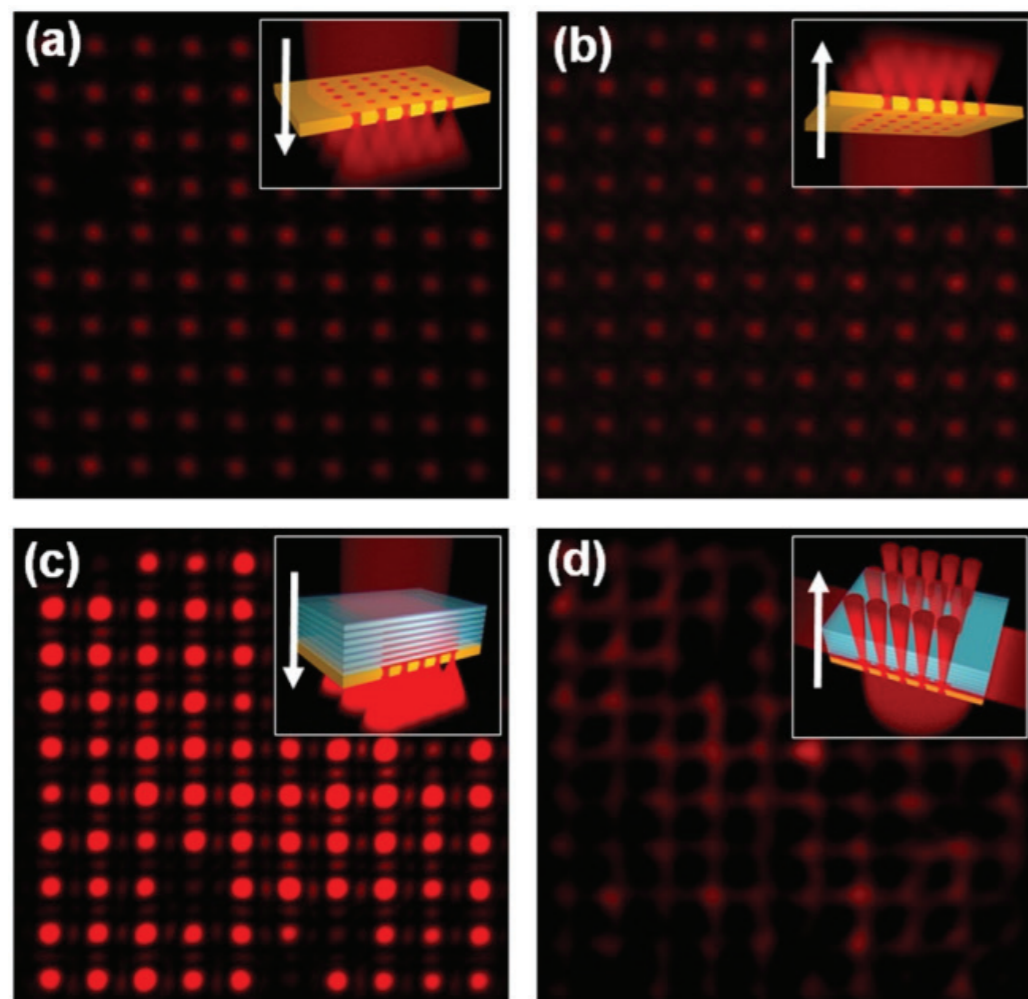
Bogatskaya A., Volkova E., Popov A. Nonequilibrium plasma channel in gaseous media formed by powerful uv laser as a waveguide for transportation and amplification of short microwave pulses // Laser Physics Letters. **12** 035301 (2015)

/ A. Bogatskaya, A. Popov, I. Smetanin, E. Volkova «Propagation and amplification of short radio-frequency pulses in a plasma channel created in gaseous media by the intense laser radiation» Journal of Physics: Conference Series Vol. 594. P. 012017 (2015)

ГИГАНТСКАЯ АСИММЕТРИЯ ПРОХОЖДЕНИИ СВЕТА ЧЕРЕЗ МЕТА ПОВЕРХНОСТЬ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Теоретически предсказана и экспериментально подтверждена гигантская оптическая асимметрия коэффициента прохождения света через планарную линейную систему, состоящую из металлической нанопленки с нано-отверстиями, нанесенной на поверхность планарного диэлектрического метаматериала. Гигантская невзаимность обусловлена двумя

факторами: (1) возбуждением оптического таммовского состояния в планарной системе; (2) наличием многих дифракционных лепестков в диаграмме направленности метаповерхности. Полученные результаты представляют большой интерес как для создания устройств нанопотоники, так и для более широкого круга оптических устройств.



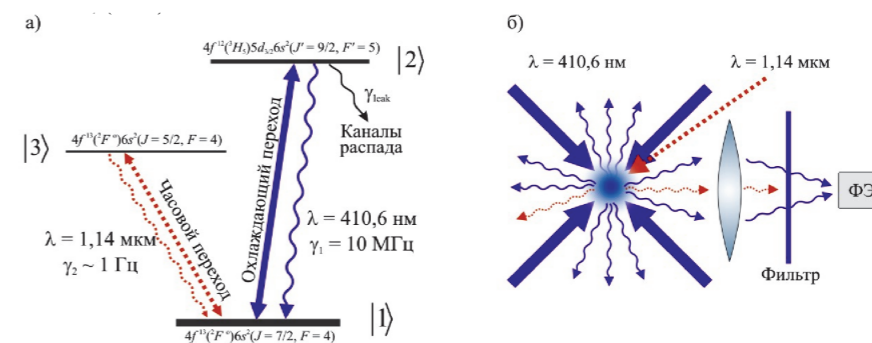
Экспериментальная демонстрация гигантской асимметрии прохождения света через нашу метаповерхность при облучении лазером ($\lambda_0 = 795 \text{ нм}$, $\Delta\lambda_0 < 0.1 \text{ нм}$). Панели (a,b) показывают изображение света, прошедшего через эталонную перфорированную золотую пленку, при этом изменение направлении облучения не влияет на результат. Панели (c,d) показывают изображение света, прошедшего через перфорированную золотую пленку с фотонным кристаллом, при этом изменение направлении облучения радикально изменяет результат, что и демонстрирует асимметрию

V. V. Klimov, I. V. Treshin, A. S. Shalin, P. N. Melentiev, A. A. Kuzin, A. E. Afanasiev, and V. I. Balykin, Optical Tamm state and giant asymmetry of light transmission through an array of nano-holes, Phys. Rev. A 92, 063842 – Published 28 December 2015

РЕГИСТРАЦИЯ ЧАСОВОГО ПЕРЕХОДА В УЛЬТРАХОЛОДНОМ ТУЛИИ

Разработан прецизионный метод лазерного возбуждения и детектирования часового перехода в тулии. Впервые зарегистрировано прямое возбуждение магнито-дипольного перехода между подуровнями тонкой структуры основного со-

стояния в облаке ультрахолодных атомов тулия. Этот переход на длине волны $\lambda=1.14 \text{ мкм}$ с естественной шириной 1,6 Гц планируется использовать в качестве часового в оптическом репере частоты на лазерно-охлажденных атомах тулия.



а) Схема уровней атома тулия, задействованных в эксперименте, б) Схема возбуждения облака атомов тулия лазерными пучками и регистрация люминесценции на длине волны 410.6 нм, ФЭУ – фотоэлектронный умножитель

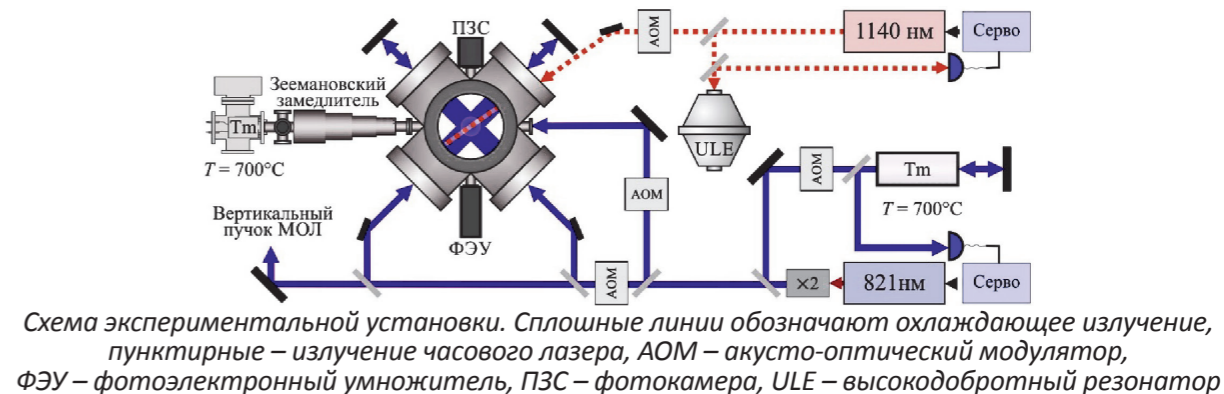
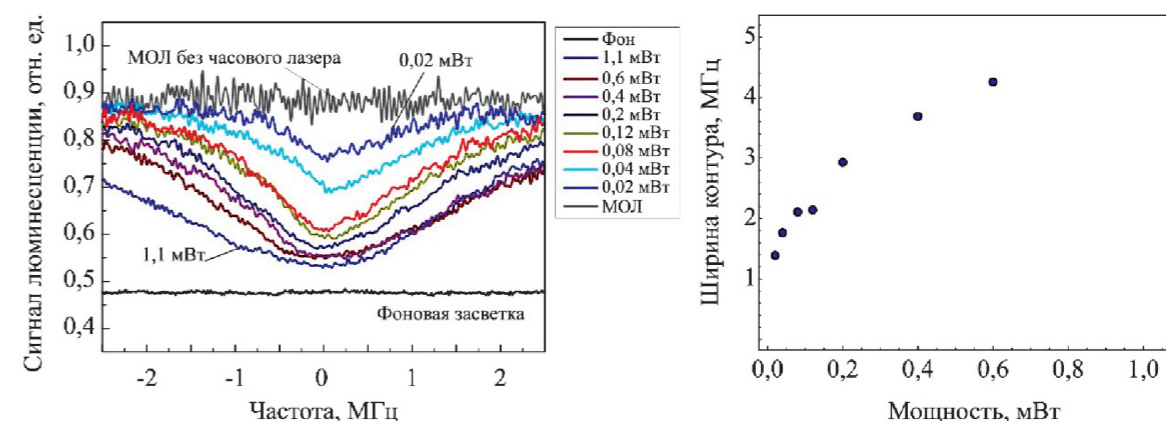


Схема экспериментальной установки. Сплошные линии обозначают охлаждающее излучение, пунктирные – излучение часового лазера, АОМ – акусто-оптический модулятор, ФЭУ – фотоэлектронный умножитель, ПЗС – фотокамера, ULE – высокочастотный резонатор



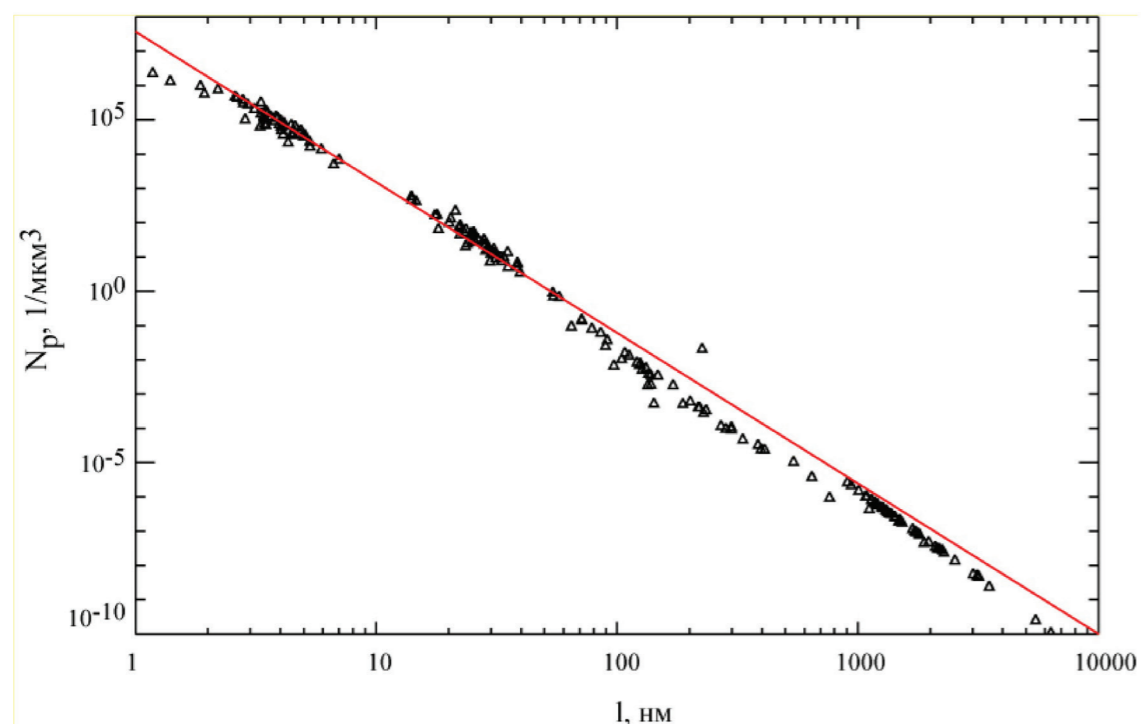
Слева: провал люминесценции атомов в МОЛ в зависимости от отстройки частоты часового лазера при различных мощностях излучения часового лазера. Справа: зависимость ширины резонанса, детектируемого в МОЛ, от мощности излучения часового лазера

А.А.Головизин, Е.С.Калганова, Д.Д.Сукачев, Г.А.Вишнякова, И.А.Семериков, В.В.Сошенко, Д.О.Трегубов, А.В.Акимов, Н.Н.Колачевский, К.Ю.Хабарова, В.Н.Сорокин, «Детектирование часового перехода (1.14 мкм) в ультрахолодных атомах тулия», Квантовая электроника, **45**, № 5, 482-485, (2015)

СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ И КОНЦЕНТРАЦИЙ БЕЛКОВЫХ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕ КРОВИ

Исследования размерных характеристик белков и их агрегатов в плазме крови методом динамического светорассеяния выявили неожиданную закономерность: с ростом размера частиц от единиц нанометров до 1 микрона, концентрация этих частиц падает по закону 4-й степени, почти на 12 порядков. Сохранение формы такой зависимости при

разбавлении плазмы показывает как адекватность применяемых при обработке измерений моделей, так и возможность работы с неразбавленной плазмой крови. В практическом плане особенности данной зависимости и отклонения от нее могут служить диагностическим признаком в распознавании различных заболеваний.



Распределение частиц по размерам демонстрирует степенную связь концентрации частиц с их размером $N \sim r^K$ с показателем степени $K = -4.0 \pm 0.1$

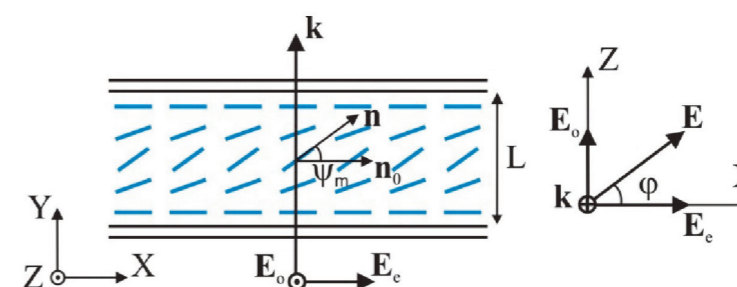
L.L. Chaikov, M.N. Kirichenko, S.V. Krivokhizha A. R. Zaritskiy; «Dynamics of statistically confident particle sizes and concentrations in blood plasma obtained by the dynamic light scattering method,» J. Biomed. Opt., 20(5), 057003 (2015)

М.Н. Кириченко, А.В. Масалов, Л.Л. Чайков, А.Р. Зарицкий. Соотношение размеров и концентраций частиц в неразбавленной и разбавленной плазме крови по данным светорассеяния. Краткие сообщения по физике ФИАН, том 42, № 2, стр. 3-10. (2015)

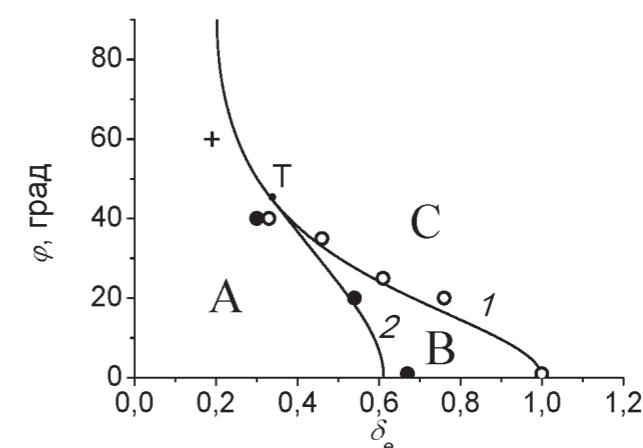
ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ПЕРВОГО И ВТОРОГО РОДА В ПОГЛОЩАЮЩЕМ НЕМАТИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ

Показано, что формирование ориентационных структур поглощающего свет нематического жидкого кристалла (НЖК), как и их разрушение, могут протекать по классическим сценариям фазовых переходов I и II рода. Развита теория таких переходов, использующая разложение вращающих моментов, действующих на директор НЖК, по углу поворота директо-

ра. Построены фазовые диаграммы состояния НЖК в зависимости от интенсивности и поляризации светового поля, а также напряженности низкочастотного электрического поля. В частности, описана трансформация рода перехода чисто оптическим методом, с помощью изменения поляризации света. Предложенная теория согласуется с экспериментом.



Геометрия взаимодействия светового пучка с НЖК: n_0 – невозмущенный директор, n – отклоненный директор, Ψ_m – угол поворота директора в центральном слое НЖК, L – толщина жидкокристаллического слоя, E и k – поле и волновой вектор падающего света, E_z , E_o – поля необыкновенной и обыкновенной световых волн φ – угол поворота плоскости поляризации света относительно плоскости XY



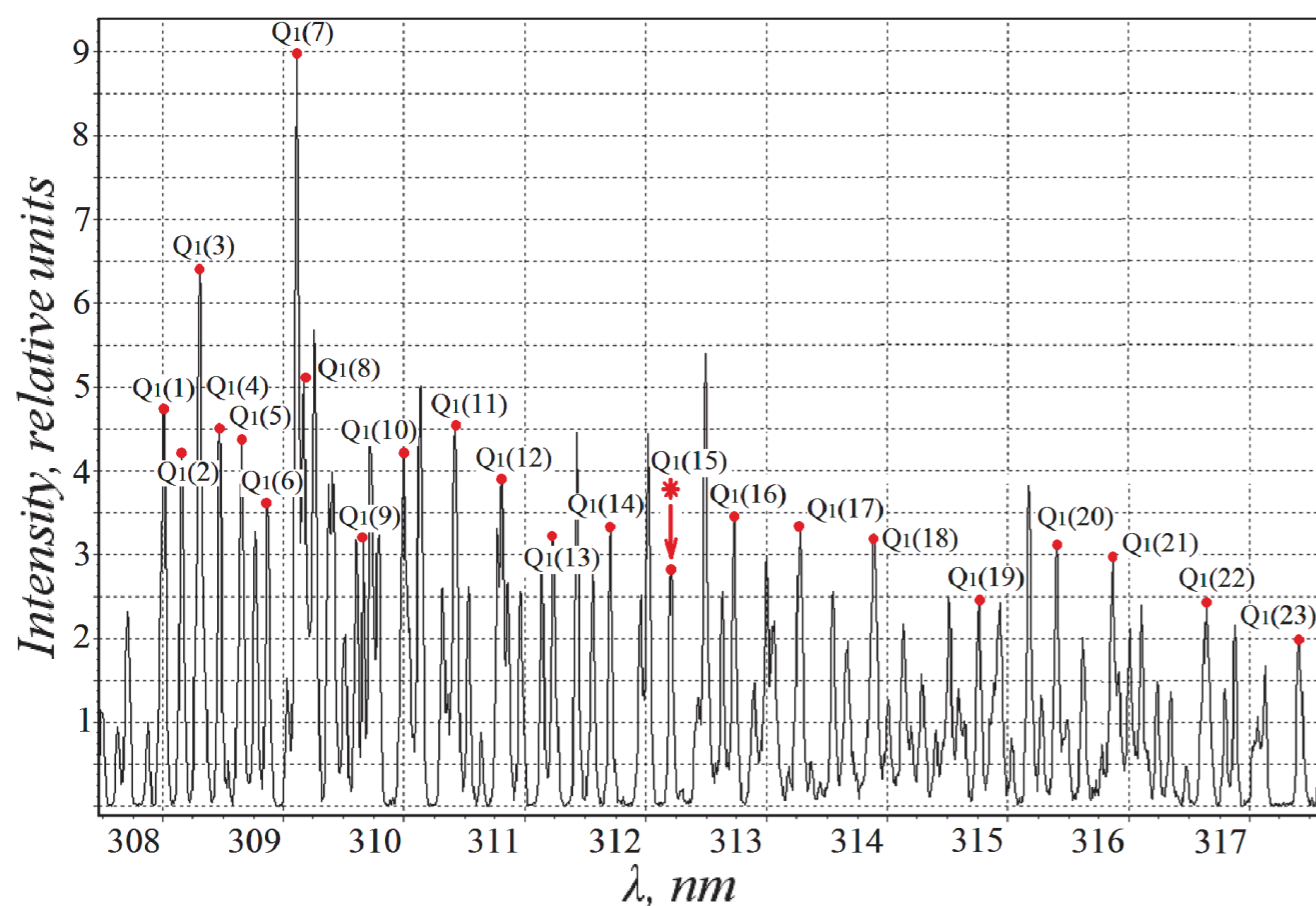
Фазовая диаграмма ориентационных переходов в координатах нормированной на порог переориентации световой мощности необыкновенной волны δ_e и угла поворота плоскости поляризации φ падающего света. Линии (1) и (2) соответствуют прямому и обратному переходам между недеформированным и деформированным состояниями поля директора. T – трикритическая точка. Область A соответствует недеформированному состоянию НЖК, C деформированному состоянию, B – область бистабильности. Экспериментальные точки для прямого (○) и обратного (●) переходов (в случае переходов первого рода), а также для перехода второго рода (+)

А.С. Золотыко, В.Н. Очкин, М.П. Смаев, С.А. Швецов, Фазовые диаграммы ориентационных переходов в поглощающих НЖК, ЖЭТФ, 147(5), 1045-1052 (2015)

РАЗВИТИЕ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ МЕТОДИК ПОИСКА МИКРОТЕЧЕЙ ВОДЫ В СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ УСТАНОВКАХ

В работе реализован метод измерения влажности плазмы по абсолютным интенсивностям линий в электронном спектре продукта распада воды – гидроксила. Метод включает в себя комбинацию зондовых и абсолютных оптических измерений. Продемонстрированы рекордные 10^{-7} Па·м³·с⁻¹ ($2.6 \cdot 10^{13}$ частиц в секунду) для спектральных измерений чувствительности к слабым те-

чам водяных паров из контуров охлаждения электроразрядных энергетических установок. Результаты полностью удовлетворяют требованиям выдвигаемым ИТЭР для метода контроля за течами воды. Сопоставимую чувствительность продемонстрировал метод оптической актинометрии (частица-актинометр ксенон), с помощью которого можно также определить влажность плазмы.



Фрагмент спектра вращательной структуры (0,0) полосы перехода $OH(A^2\Sigma-X^2\Pi)$. Указаны линии $Q1(K)$ ветви. Звездочкой * отмечена регистрируемая в экспериментах линия $Q1(15)$ ($\lambda=312.5$ нм) по которой восстанавливалась интенсивность «горячей» группы гидроксила

А.В. Бернацкий, В.Н. Очкин, О.Н. Афонин, А.Б. Антипенков. Измерение концентраций молекул воды в плазме с помощью комбинации спектральных и зондовых методов // Физика плазмы. 2015, т. 41, № 9, с. 767-777

А.В. Бернацкий, В.Н. Очкин. Детектирование примесей воды в плазме методом оптической актинометрии // Краткие сообщения по физике ФИАН. 2015, т. 42, № 9, с. 30-35

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗОГНУТЫХ МИКРОКАНАЛЬНЫХ ПЛАСТИН В СИСТЕМАХ РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОМЕТРОВ СКОльзяЩЕГО ПАДЕНИЯ

Разработана новая конструкция ВУФ спектрометра скользящего падения, в схеме которого используется упруго изогнутая вдоль окружности Роуланда микроканальная пластина (МКП). Такая схема позволила улучшить согласование пространственного

разрешения МКП и реальной спектральной структуры по сравнению с вне Роуландовской регистрацией. Проведенные тесты продемонстрировали пятикратное увеличение спектральной разрешающей способности.

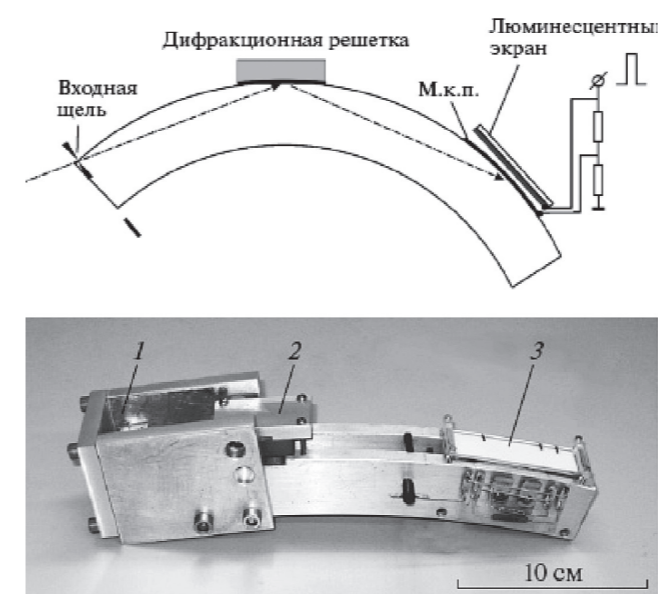
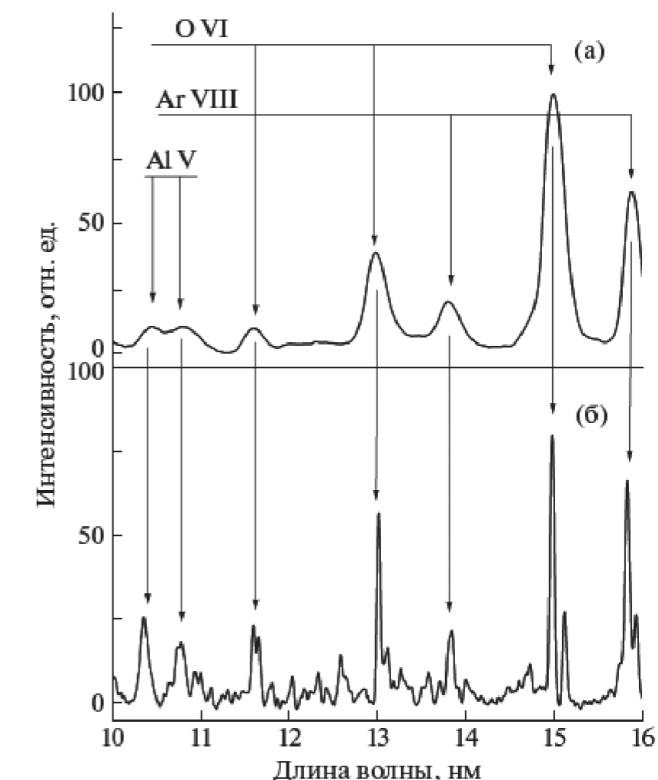


Схема и внешний вид спектрометра с МКП детектором (3)



Спектр Ar разряда с вне Роуландовским (вверху) и Роуландовским (внизу) спектрометрами

П.С. Анциферов, Л.А. Дорохин, Ю.В. Сопкин, А.П. Шевелько. "Применение изогнутых микроканальных пластин в системах регистрации спектрометров скользящего падения." ПТЭ №5, 121–123 (2015)

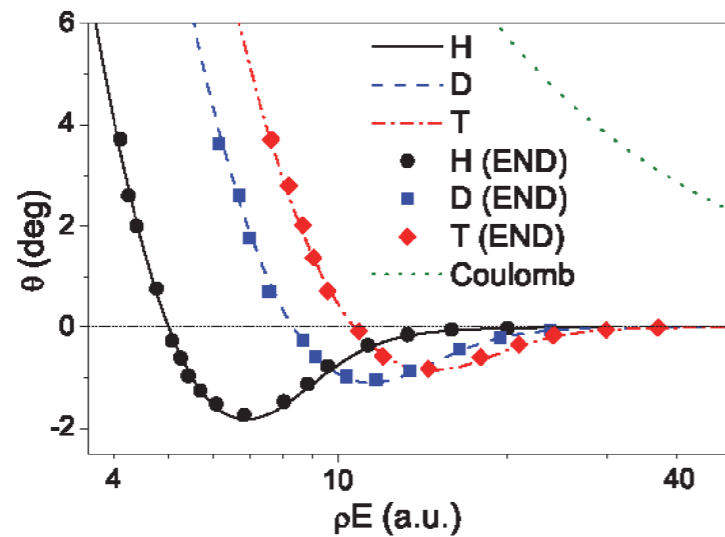
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОНОВ И ЯДЕР В ИОННО-АТОМНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ И МНОГОКРАТНАЯ ИОНИЗАЦИЯ МНОГОЗАРЯДНЫМИ ИОНАМИ

Показано, что потенциал Борна-Оппетгеймера в начальном канале столкновения, который эффективно учитывает электрон-ядерное взаимодействие, правильно описывает динамику межъядерного движения в отличие от соответствующего кулоновского потенциала. Это продемонстрировано на примере сравнения БО и кулоновской траектории с траекторией, рассчитанной из первых принципов в подходе END.

Исследовано влияние электрон-ядерного взаимодействия на траекторию ядер при медленных столкновениях альфа-частиц с изотопами водорода (H, D, T). Показано, что потенциал Борна-Оппетгеймера в начальном канале столкновения, который эффективно учитывает это взаимодействие, правильно описывает динамику межъядерного движения в отличие от соответствующего кулоновского потенциала. Это продемонстрировано на примере сравнения БО и кулоновской траектории с траекторией, рассчитанной из первых принципов в подходе

END. Важным следствием этого вывода является то, что БО траектория должна быть использована вместо кулоновской в реализации адиабатического подхода.

Предложен метод расчёта сечений многоэлектронной ионизации нейтральных атомов многозарядными ионами в широкой области энергий 1 МэВ/н – 10 ГэВ/н, т.е. включая релятивистскую область. Метод основан на использовании модели независимых частиц (IPM) и программе DEPOSIT-M, созданной в Отделе спектроскопии ФИАН для расчёта сечений релятивистской ионизации атомом и ионов тяжёлыми частицами. Конкретные расчёты сечений m -электронной ионизации представлены для атомов Ne ($1 \leq m \leq 10$) и Ar ($1 \leq m \leq 18$) в указанной области энергий. Данные для сечений многоэлектронной ионизации атомов необходимы для многих приложений в физике ускорителей, атомной физике и медицине (пучковая терапия опухолей).



Угол рассеяния для межъядерного движения в системе $He^{2+} + H, D, T$ при энергии столкновения $E = 50 \text{ eV/ати}$ в зависимости от произведения ρE

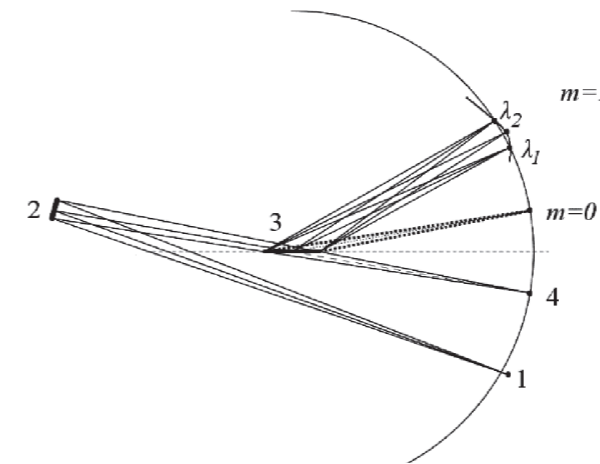
Inga Yu. Tolstikhina, and Oleg I. Tolstikhin, Effect of electron-nuclei interaction on internuclear motions in slow ion-atom collisions. PHYSICAL REVIEW A 92, 042707 (2015)

Inga Yu. Tolstikhina, and V.P.Shevelko. Multiple ionization of atoms by highly charged ions. Physica Scripta 90, 074033 (2015)

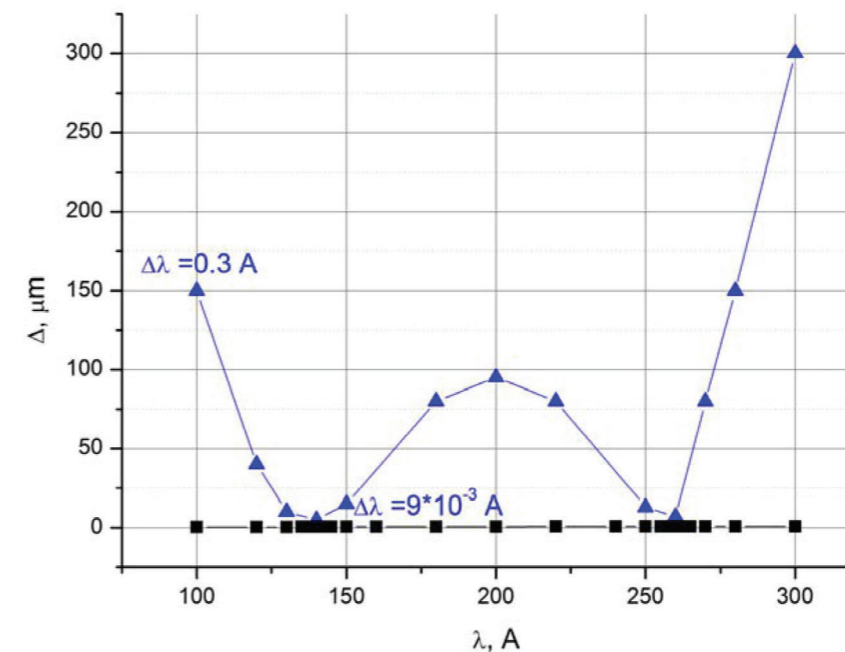
ПОСТРОЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ В МЯГКОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Исследованы возможности, которые открываются в спектроскопии мягкой рентгеновской области спектра при использовании VLS-решеток – отражательных дифракционных решеток с шагом, монотонно меняющимся на апертуре по заданному закону.

Разработан метод расчета различных типов спектральных приборов мягкого рентгеновского диапазона, использующих VLS-решетки и многослойные зеркала. Метод совмещает аналитические расчеты и численную трассировку лучей.



Оптическая схема спектрометра с компенсацией астигматизма на двух длинах волн. 1 – источник излучения, 2 – вогнутое широкополосное зеркало на основе аперриодической многослойной структуры, 3 – плоская VLS-решетка, 4 – вертикальный фокус сходящегося пучка



Ширина спектрального изображения точечного монохроматического источника в монохроматорах с постоянным углом отклонения с классической вогнутой решеткой 600 штрих/мм (треугольники) и VLS-решеткой (квадраты) с штрих/мм шириной 50 мм (расстояние решетка – детектор $\approx 1 \text{ м}$)

Е.А. Вишняков, А.Н. Шатохин, Е.Н. Рагозин, «Концепция широкополосных стигматических спектрометров высокого разрешения для мягкой рентгеновской области спектра», Квантовая электроника, 45 (4), 371-376 (2015)

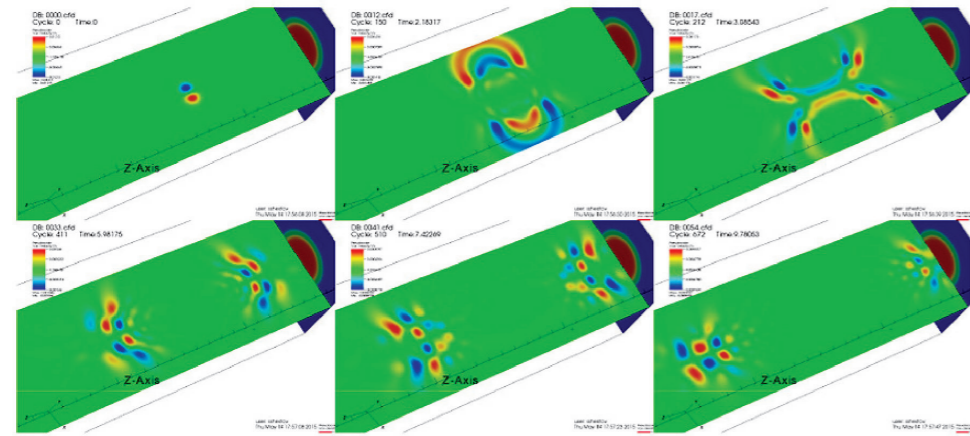
А.С. Пирожков, Е.Н. Рагозин, «Аперриодические многослойные структуры в оптике мягкого рентгеновского излучения», УФН, 185 (11), 1203–1214 (2015)

БЫСТРЫЕ МАГНИТОЗВУКОВЫЕ ВОЛНОВЫЕ ПАКЕТЫ СОСИСОЧНОЙ СИММЕТРИИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДАХ КОРОНЫ СОЛНЦА

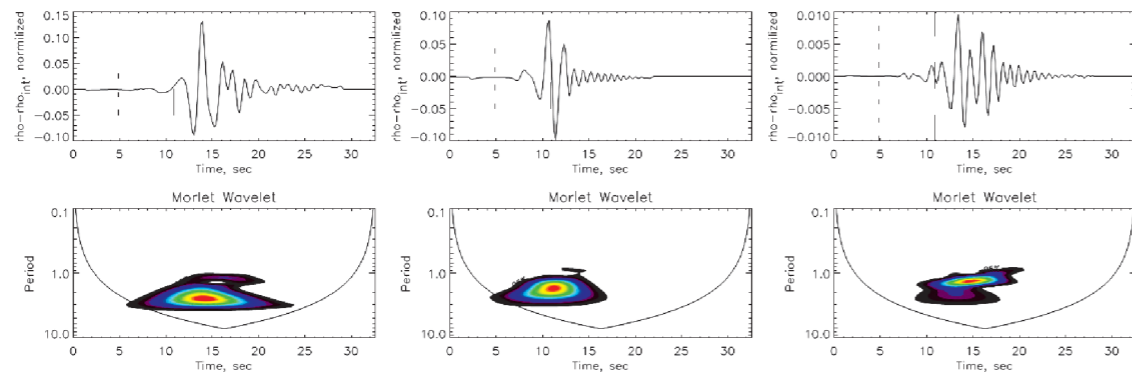
Проведено численное магнито-гидродинамическое моделирование распространения быстрых магнитозвуковых (БМЗ) осцилляций сосисочной симметрии в плазме короны Солнца.

- 1) высокая дисперсия приводит к формированию волновых пакетов.
- 2) Средний период осцилляций в волновом пакете примерно соответствует времени распространения БМЗ волны поперек цилиндра.
- 3) Средняя длина волны волнового пакета соответствует диаметру магнитной трубы.

- 4) Мгновенный период осцилляций пакета выше пороговой частоты.
- 5) Характеристики волновых пакетов зависят от БМЗ скорости как снаружи, так и внутри магнитной трубы, а также от плавности изменения характеристик плазмы и пространственного размера начального возмущения.
- 6) волновым пакетам присуща модуляция мгновенного периода, при этом осцилляции с большим периодом наблюдаются в начале пакета.



Формирование (верхний ряд) и распространение БМЗ волновых пакетов сосисочной симметрии в магнитной трубке короны Солнца. Отдельные кадры соответствуют временам $t=0, 2.2, 3.1, 6.0, 7.4, 9.2$ сек. В горизонтальной плоскости, содержащей ось z , обозначена поперечная скорость плазмы. В плоскости, перпендикулярной оси z обозначен профиль плотности плазмы



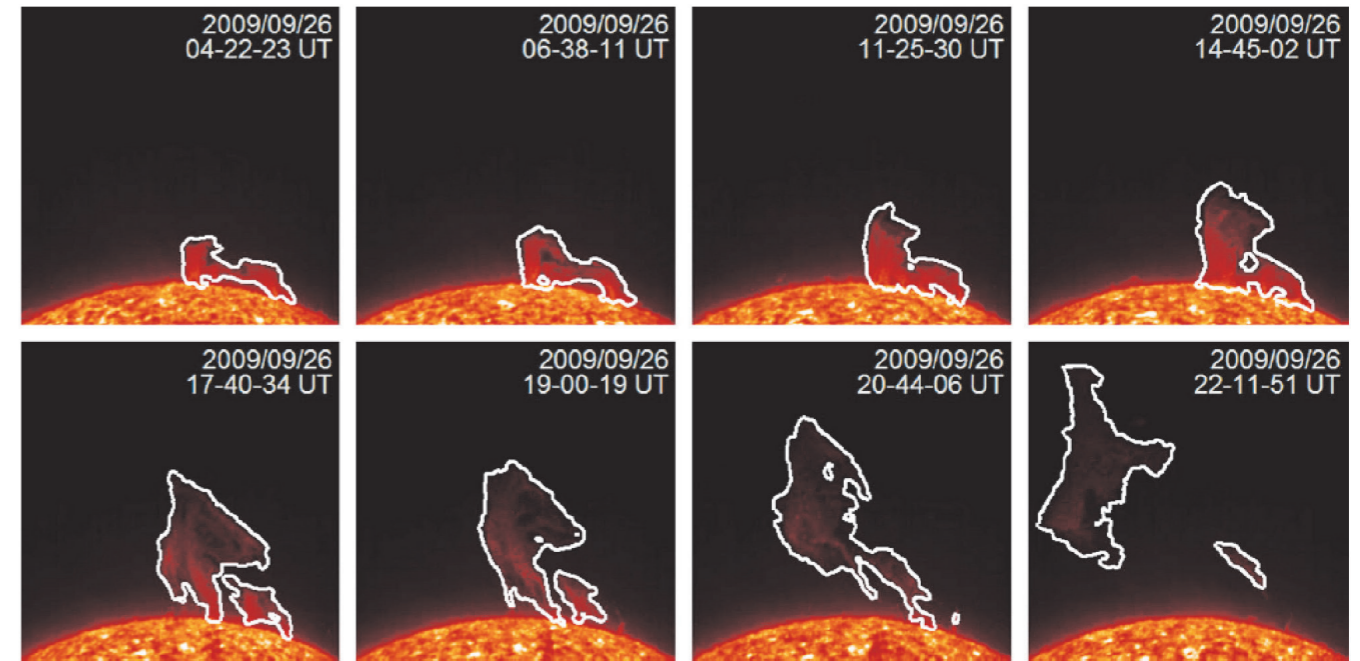
Временные профили (верхний ряд) и вейвлет-спектры волновых пакетов (нижний ряд), измеренные в численном эксперименте для различных параметров профилей плазмы и размера начального возмущения. На верхних рисунках показано изменение плотности на оси цилиндра, на расстоянии 7.5 Мм от начального положения возмущения

Shestov, S., Nakariakov, V. M., & Kuzin, S. FAST MAGNETOACOUSTIC WAVE TRAINS OF SAUSAGE SYMMETRY IN CYLINDRICAL WAVEGUIDES OF THE SOLAR CORONA (2015). The Astrophysical Journal, 814(2), 135. <http://doi.org/10.1088/0004-637X/814/2/135>

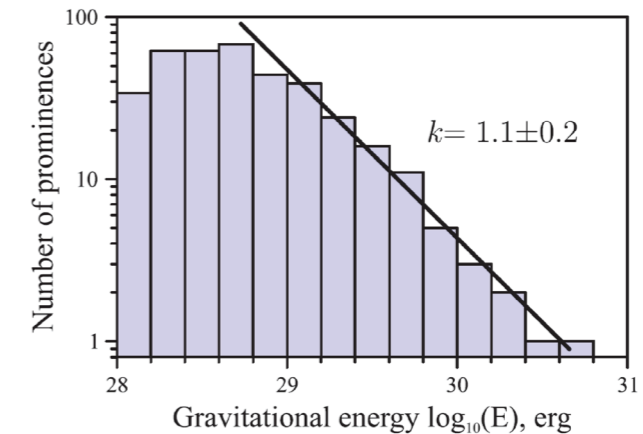
СПОКОЙНЫЕ И ЭРУПТИВНЫЕ ПРОТУБЕРАНЦЫ В МИНИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Проведено статистическое исследование спокойных солнечных протуберанцев с использованием крупного массива данных эксперимента ТЕСИС и автоматического алгоритма детектирования. Получены распределения пространственных и динамических характеристик протуберанцев в минимуме солнечной активности.

Впервые дана оценка общей массы и гравитационной энергии, содержащихся одновременно в протуберанцах. Впервые получена форма спектра гравитационной энергии протуберанцев, свидетельствующая о равномерном распределении энергии по протуберанцам различного масштаба.



Результат автоматического детектирования эруптивного протуберанца на серии монохроматических изображений Солнца в линии He II 304 Å



Спектр гравитационной энергии протуберанцев

Loboda I.P., Bogachev, S.A. Solar Physics 290, 1963 (2015)

ВОЗБУЖДЕНИЕ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ КОГЕРЕНТНЫХ ТЕРАГЕРЦОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЗАМОРОЖЕННОЙ СУСПЕНЗИИ НАНОЧАСТИЦ ZnS

Зарегистрировано вынужденное низкочастотное комбинационное рассеяние (ВНКР) наночастиц сульфида цинка в замороженной водной суспензии под действием наносекундных лазерных импульсов. ВНКР является результатом взаимодействия лазерного излучения с собственными ко-

лебаниями наночастиц. Частотный сдвиг 1-стоксовой компоненты ВНКР определяется частотой собственных колебаний наночастиц и составляет 0.465 ТГц. Исследовались также другие нелинейные эффекты, возникающие в наноразмерной среде одновременно с ВНКР.

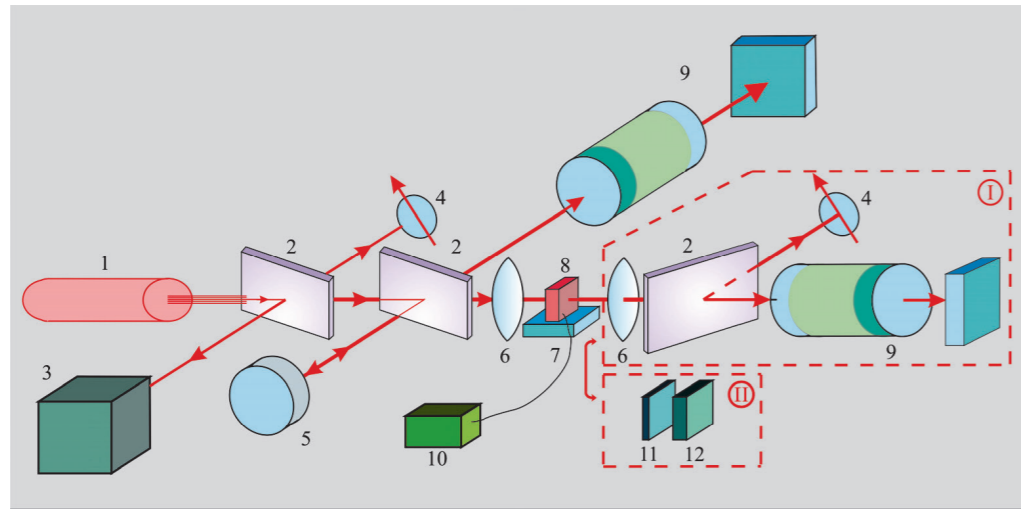
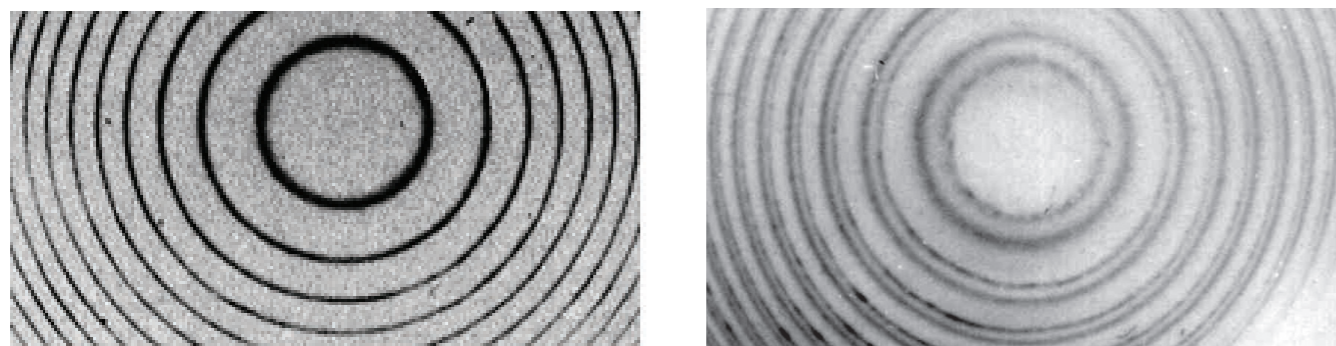


Схема экспериментальной установки. 1 – рубиновый лазер, 2 – стеклянные пластинки, 3 – система для измерения характеристик возбуждающего излучения, 4 – калиброванные фотодиоды, 5 – зеркало, 6 – линзы, 7 – медная пластина охлаждаемая жидким азотом, 8 – образец (замороженная суспензия ZnS), 9 – интерферометры Фабри-Перо (область дисперсии 16,7 см⁻¹), 10 – спектрометр с волоконным входом, 11 – фильтр для рентгеновского излучения – Al фольга, 12 – рентгеновская пленка

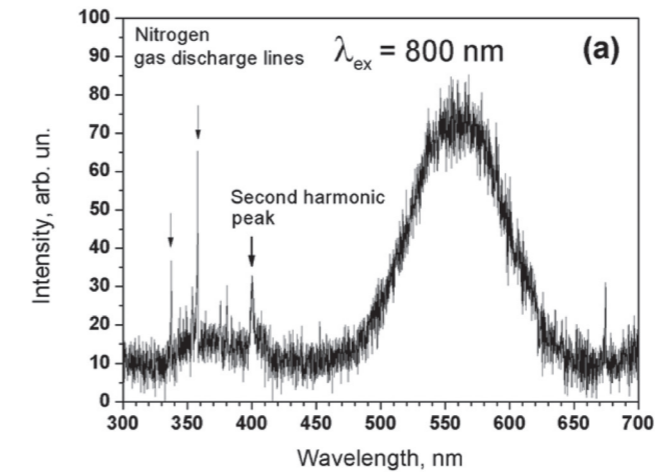


Слева – интерферограмма возбуждающего лазерного излучения; справа – спектр ВНКР в замороженной суспензии ZnS

H. Ehrlich, A. Kudryavtseva, G. Lisichkin, V. Savranskii, N. Tcherniega, K. Zemskov, M. Zhilenko, "Frozen ZnS aqueous suspension nonlinear optical properties", *Int J Thermophys*, V. 36, 2784-2791 (2015). <http://dx.doi.org/10.1007/s10765-015-1972-6>

НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В ОПАЛОВЫХ МАТРИЦАХ ПРИ ФЕМТОСЕКУНДНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

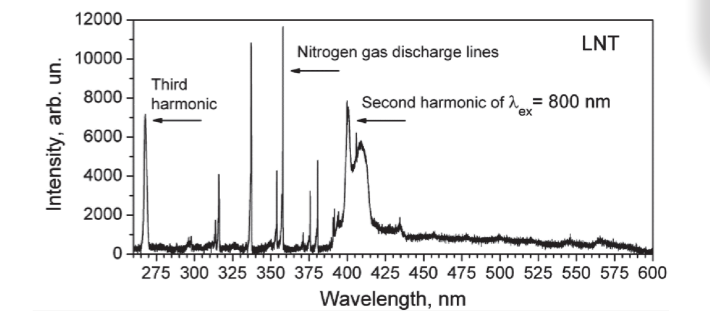
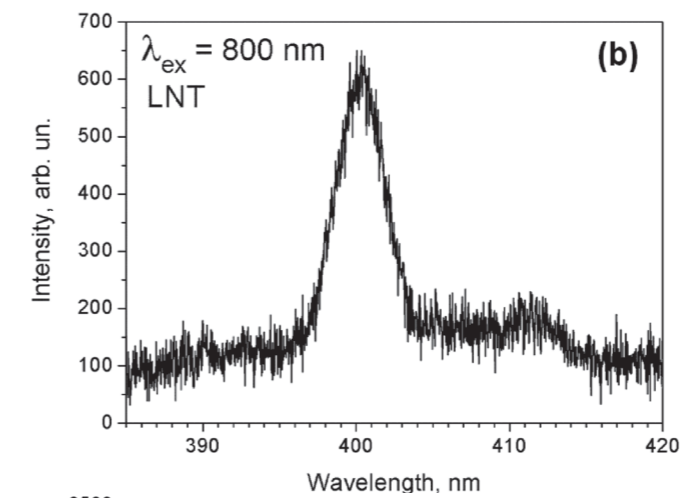
В фотонных кристаллах- синтетических опаловых матрицах, охлажденных до температуры жидкого азота, был зарегистрирован узкий пик люминесценции и получена генерация второй и третьей гармоник при фемтосекундном возбуждении с длиной волны 800 нм.



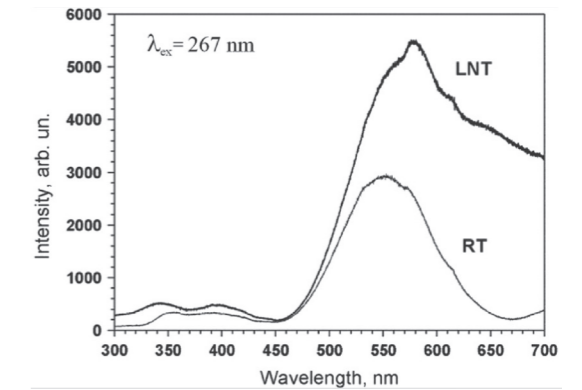
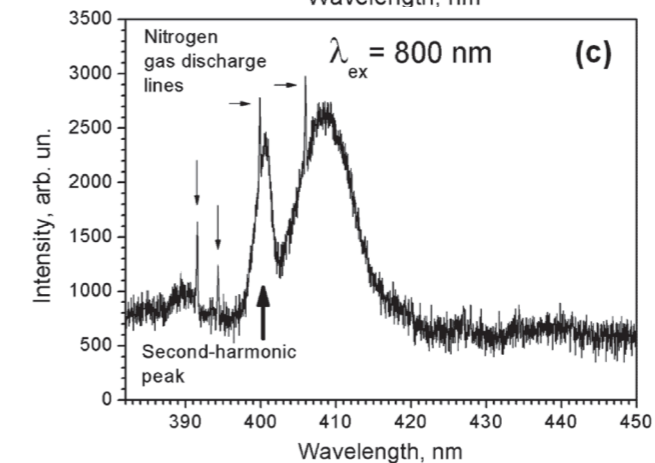
a) Спектр люминесценции опаловой матрицы при температуре жидкого азота. Интенсивность возбуждающего излучения 10³ ГВт/см²;

b) фрагмент спектра (a) – пик второй гармоники (400 нм);

c) спектр люминесценции опаловой матрицы при температуре жидкого азота. Интенсивность возбуждающего излучения 5·10³ ГВт/см².



Обзорный спектр люминесценции синтетической опаловой матрицы при температуре жидкого азота. Интенсивность возбуждающего излучения 5·10³ ГВт/см²



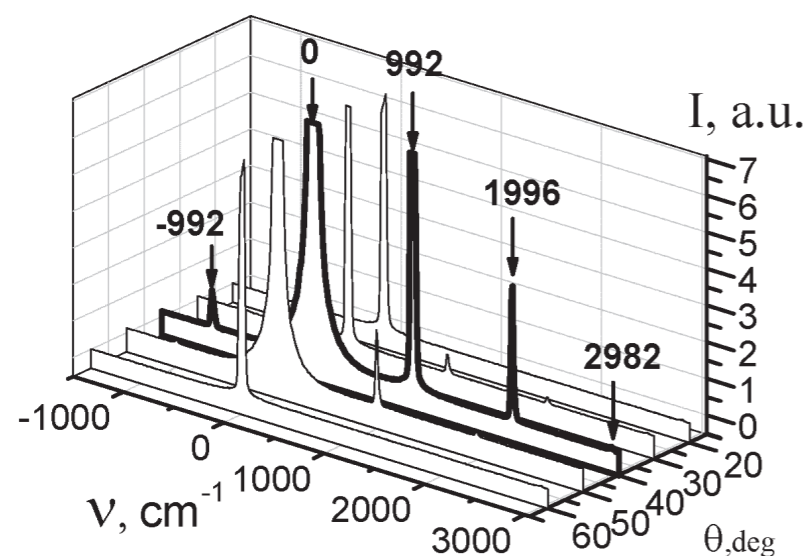
Спектр люминесценции опаловой матрицы при возбуждении излучением 267 нм (LNT – при температуре жидкого азота, RT – при комнатной температуре)

M. V. Vasnetsov, V. Yu. Bazhenov, I. N. Dmitruk, V. I. Stiopkin, A. D. Kudryavtseva, N. V. Tcherniega, "Luminescence response of synthetic opal under femtosecond laser pumping", *Journal of Luminescence*, V. 166, 233-237, (2015). <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2015.05.035i>

АНОМАЛЬНОЕ ВОЗРАСТАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА КОМБИНАЦИОННО-АКТИВНЫМИ ИЛИ НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИМИ СРЕДАМИ

Обнаружено anomальное возрастание интенсивности комбинационного рассеяния света и оптических гармоник, локализованных в приповерхностной области мезопористых фотонных кристаллов, заполненных комбинационно-активными или нелинейно-оптическими средами.

Установлено усиление (более, чем на порядок) электромагнитного поля в приповерхностной области фотонных кристаллов в том случае, когда частота излучения приближается к краю стоп-зоны фотонного кристалла. При этом аномально возрастают эффективности нелинейно-оптических процессов.



Спектры вынужденного комбинационного рассеяния в бензоле, введённом в нанопоры фотонного кристалла при различных углах падения возбуждающего излучения на поверхность фотонного кристалла. Интенсивность накачки составляла 0.12 ГВт/см^2 на поверхности фотонного кристалла

Я. Альмохамед, Р. Бариль, А.И. Водчиц, Ю.П. Войнов, В.С. Горелик, А.Д. Кудрявцева, В.А. Орлович, Н.В. Чернега.. Понижение порога вынужденного комбинационного рассеяния света в комбинационно-активных средах, введённых в поры глобулярного фотонного кристалла. Письма в ЖЭТФ, том 101, вып.6, с.399-404 (2015)

Ю.П.Войнов, В.С. Горелик, К.И. Зайцев, Л.И. Злобина, П.П.Свербиль, С.О. Юрченко. Вторая оптическая гармоника вблизи поверхности сегнетоэлектрических фотонных кристаллов и фотонных ловушек. Физика твёрдого тела, том 57, №3, с. 443-449 (2015)

В. С. Горелик, К. И. Зайцев, В.Н. Моисеенко, С. О. Юрченко, И. Н. Алиев. Нелинейно-оптическая конверсия в синтетических опаловых матрицах. Неорганические материалы, том 51, №5, с. 473-478 (2015)

V. S. Gorelik, A. M. Negriyko, V. A. Orlovich, P. P. Sverbil, N. V. Tcherniega, I. Vodchits, Y. P. Voinov and L. I. Zlobina.. Lowering of stimulated Raman scattering threshold as a result of light capture. Journal of Physics: Conference Series, 584, (2015) 012026. IOP Publishing

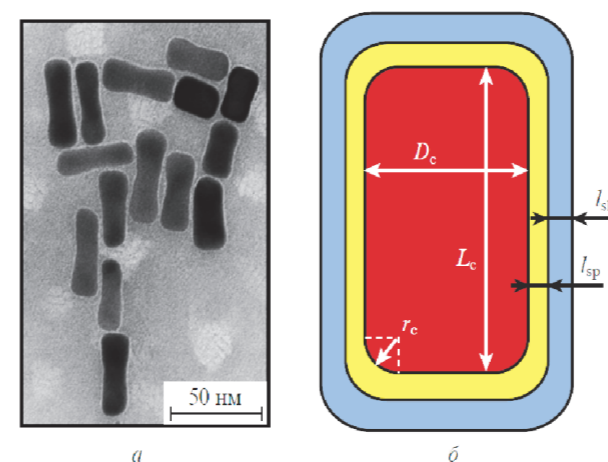
ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА И ПЛАЗМОН-ЭКСИТОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ТРЕХСЛОЙНЫХ НАНОСТЕРЖНЯХ С ЗОЛОТЫМ ЯДРОМ И ВНЕШНЕЙ ОБОЛОЧКОЙ МОЛЕКУЛЯРНЫХ J- И H-АГРЕГАТОВ КРАСИТЕЛЕЙ

Проведены исследования оптических свойств гибридных наностержней, состоящих из золотого ядра, промежуточного пассивного органического слоя и внешнего слоя упорядоченных молекулярных агрегатов цианиновых красителей. Показано, что исследуемые красители способны к образованию во внешней оболочке упорядоченных молекулярных структур: как J-агрегатов, так и H-агрегатов, которые отличаются друг от друга углом упаковки молекул красителя в агрегате и обладают различными спектральными характеристиками.

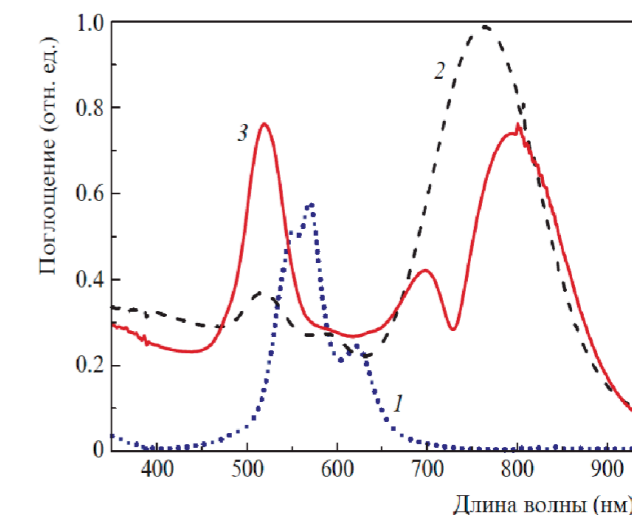
Развит теоретический подход и методом FDTD рассчитаны спектры поглощения исследуемых наностержней (Au/Spacer/J-aggregate

и Au/Spacer/H-aggregate). Дано количественное объяснение экспериментальных данных, полученных в совместной работе ФИАН и МИТХТ:

Установлены радикальные отличия в оптических свойствах исследуемых композитных наноструктур в зависимости от типа молекулярного агрегата, образующегося во внешней оболочке системы. Обнаруженные отличия отражают качественно различный характер взаимодействия экситонов Френкеля во внешней органической оболочке с плазмонами, возбуждаемыми в золотой сердцевине изучаемых трехкомпонентных наносистем: Au/Spacer/J-aggregate и Au/Spacer/H-aggregate.



Изображения двухкомпонентных наночастиц Au/TMA, полученные методом просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ) (а), а также схематическая структура трехкомпонентных наночастиц, Au/TMA/Dye, стержнеобразной формы, состоящих из золотой сердцевины с продольным размером L_c , диаметром D_c и радиусом закругления на концах стержня r_c , внешней оболочки упорядоченных молекулярных агрегатов красителя толщиной l_{sh} и промежуточного пассивного органического слоя толщиной l_{sp} (б)

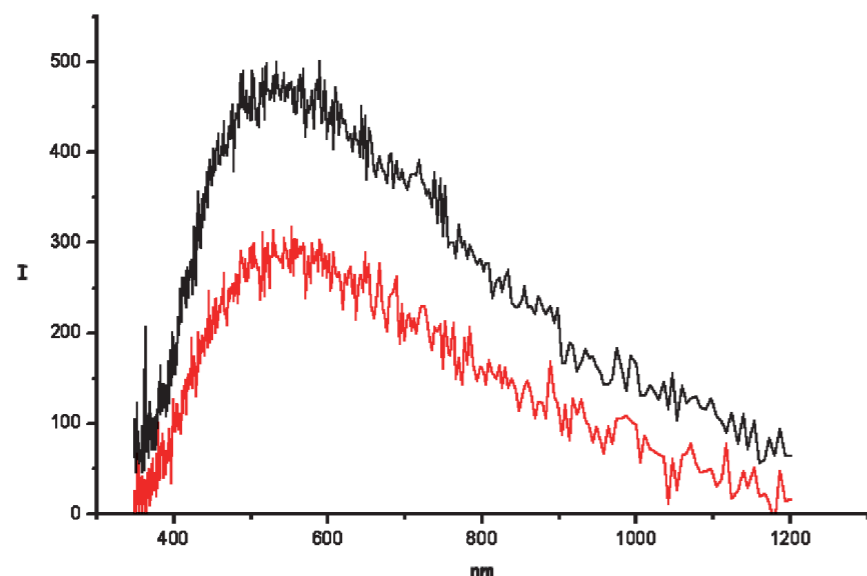


Спектры поглощения водного раствора красителя Dye1 при концентрации $1 \times 10^{-5} \text{ М}$ (1), а также золь двухкомпонентных наностержней Au/TMA (2) и золь трехкомпонентных наностержней Au/TMA/Dye1 (3)

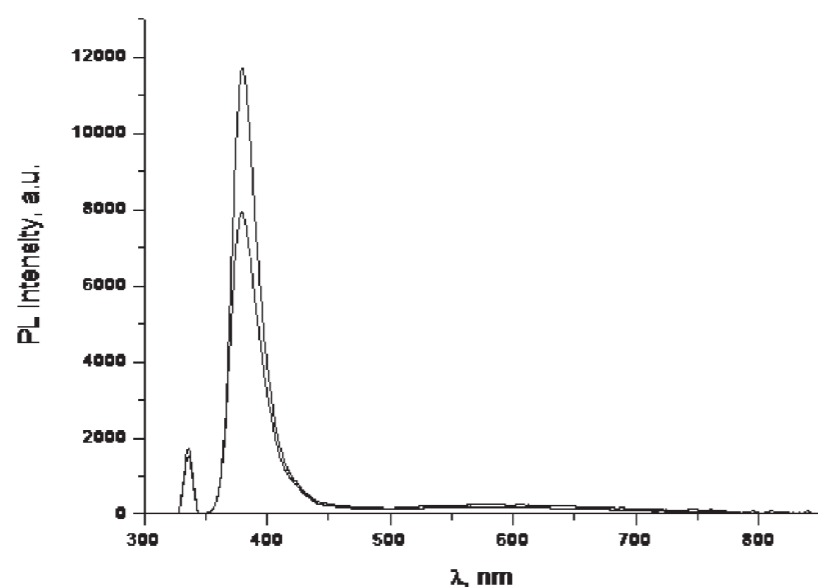
B.I.Shapiro, E.S. Tyshkunova, A.D. Kondorskiy, V.S. Lebedev, Quantum Electron. 45, 1153 (2015)

ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИКА ДЛЯ СИНТЕЗА НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АКУСТОПЛАЗМЕННОМ РАЗРЯДЕ

Акустоплазменный разряд, то есть комбинированное воздействие на жидкую среду упругих ультразвуковых колебаний высокой интенсивности и импульсных или стационарных электрических полей является одним из перспективных путей получения наноразмерных оксидов металлов.



Спектры фотолюминесценции наночастиц оксида вольфрама (VI), полученных в плазменном разряде под действием ультразвука. Нижняя кривая соответствует интенсивности ультразвука ниже порога кавитации, верхняя кривая – выше порога кавитации



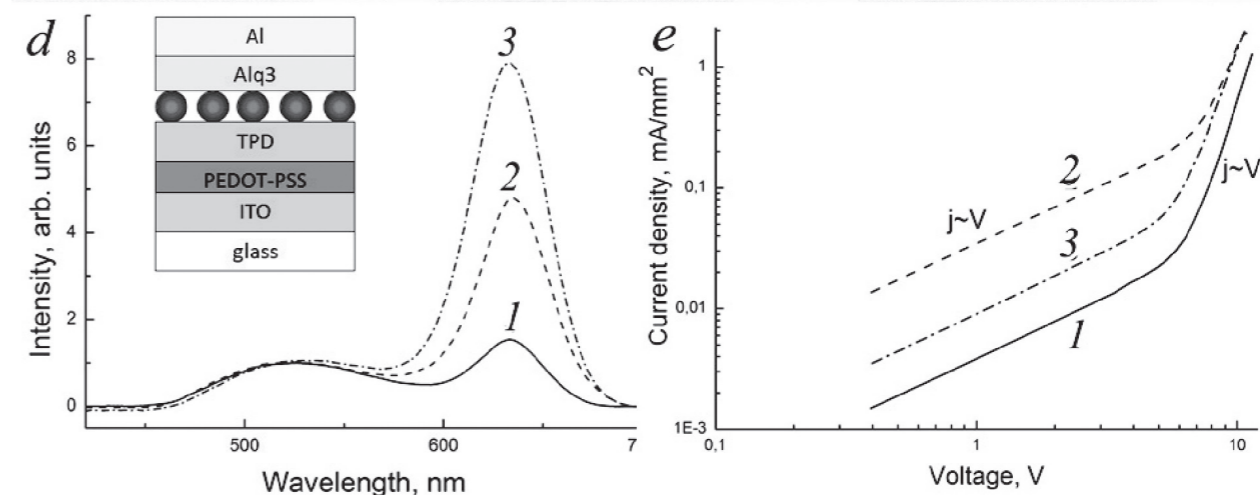
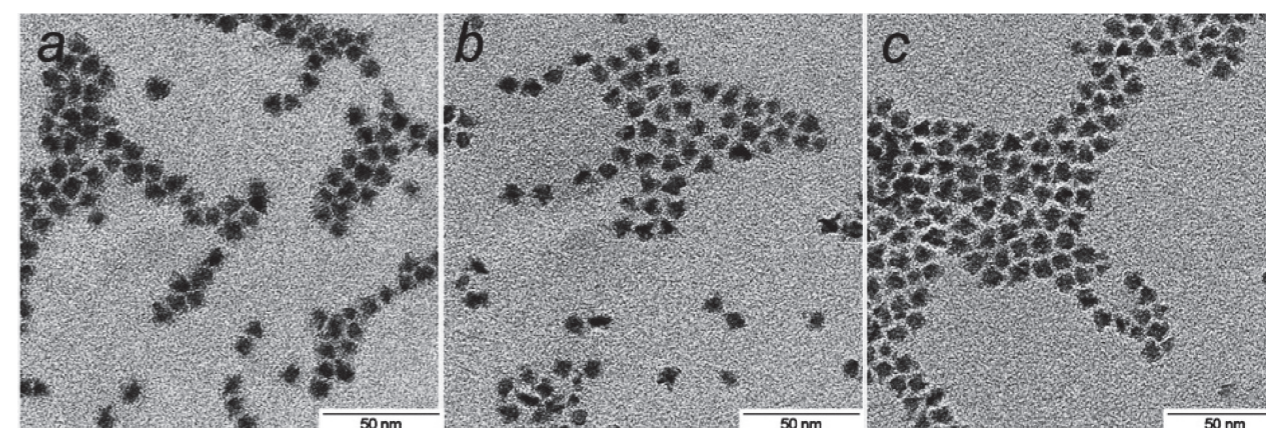
Спектры фотолюминесценции наночастиц оксида цинка, полученных в плазменном разряде под действием ультразвука. Нижняя кривая соответствует интенсивности ультразвука ниже порога кавитации, верхняя кривая – выше порога кавитации

Н.А. Булычев, М.А. Казарян, В.Н. Никифоров. Физико-химические свойства наночастиц оксида вольфрама, полученных в плазменном разряде под действием ультразвука. Известия ВУЗов. Физика, 2015, Т. 58, №7/2, с. 65

ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДОВ С КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ В КАЧЕСТВЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

Исследованы электрооптические характеристики органических светодиодов с квантовыми точками в качестве светоизлучающего элемента, пассивированными органическими лигандами различной длины. Установлено, что толщина покрытия квантовых точек лигандами незначительно влияет на ферсторовский

перенос энергии в светодиоде, но существенно – на прямую инжекцию носителей заряда в слой квантовых точек. Показано, что толщина пассивирующей оболочки квантовой точки в плотноупакованном слое наночастиц определяется как длиной пассивирующих лигандов, так и степенью покрытия ими квантовой точки.

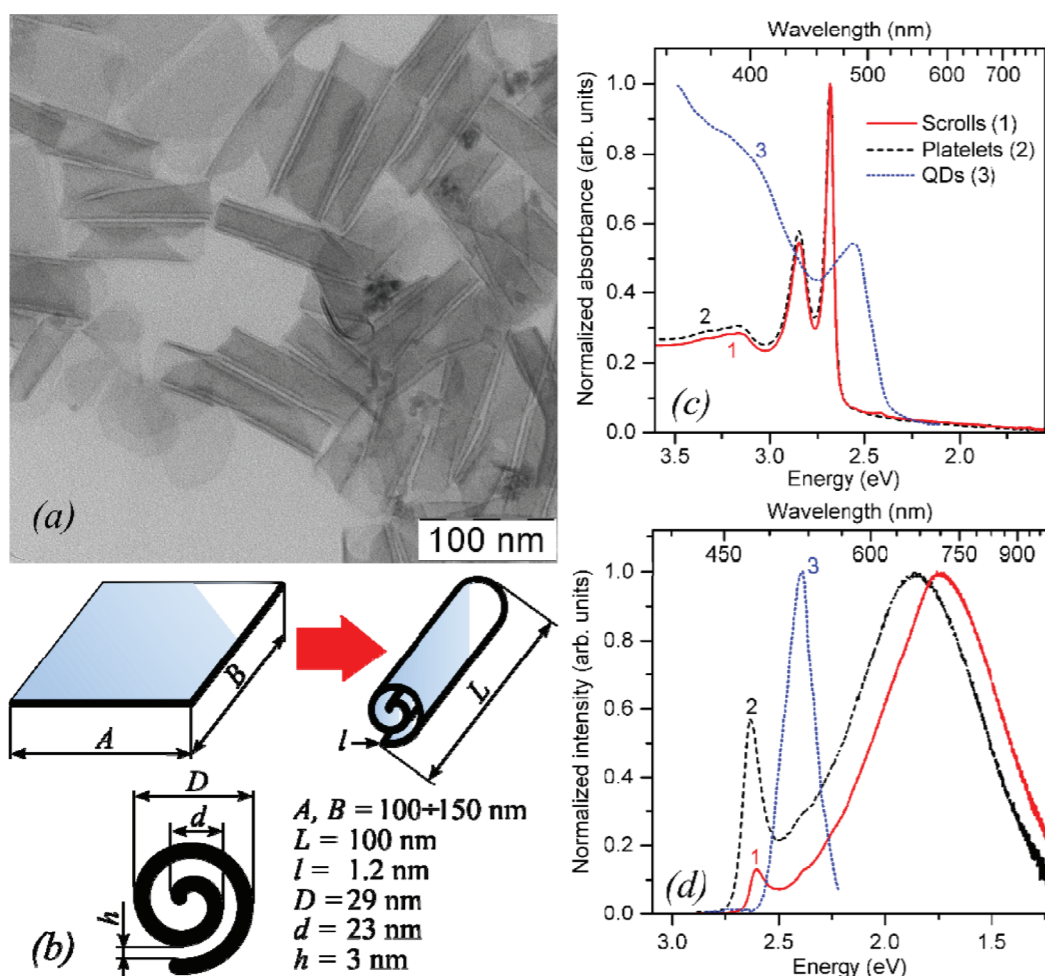


a, b, c – ПЭМ изображения квантовых точек с лигандами различной длины: *a* - олеиламин, *b* - октилтиол, *c* – додекантиол; *d* - нормированные спектры электролюминесценции светодиодов на основе КТ с лигандами 1 - олеиламин, 2 - октилтиол, 3 - додекантиол при напряжении 6.8 В. На вставке- схема светодиода. *e* - вольтамперные характеристики светодиодов на основе КТ с лигандами: 1- олеиламин, 2- октилтиол, 3- додекантиол

Курочкин Н.С., Ващенко А.А., Витухновский А.Г., Тананаев П.Н., «Исследование влияния длины пассивирующей квантовые точки лиганда на электрооптические характеристики органических светодиодов». Физика и Техника Полупроводников том 49, № 7, 2015, с. 975-980. [Semiconductors, 49(7), (2015), 953-958]

Получены результаты исследования наноразмерных структур винтовой формы, представляющих собою скрученные в виде свитков коллоидные нанопластины CdSe толщиной 1.2 нм. Методами просвечивающей электронной микроскопии изучена их морфология и определены основные геометрические параметры (диаметр свитка: 29 нм, продольный размер: 100–150 нм). Получены спектры поглощения и фотолюминесценции исследуемых объектов, изучена кинетика люминесценции. Показано,

что оптические свойства наносвитков CdSe сильно отличаются от свойств квантовых точек CdSe и являются привлекательными для нанофотоники из-за больших значений сил осцилляторов перехода, малых ширин экситонных пиков и времен затухания люминесценции. Наносвитки могут найти применение при создании гибридных органико/неорганических светодиодов с чистым цветом, высоким квантовым выходом люминесценции и низкими рабочими напряжениями.

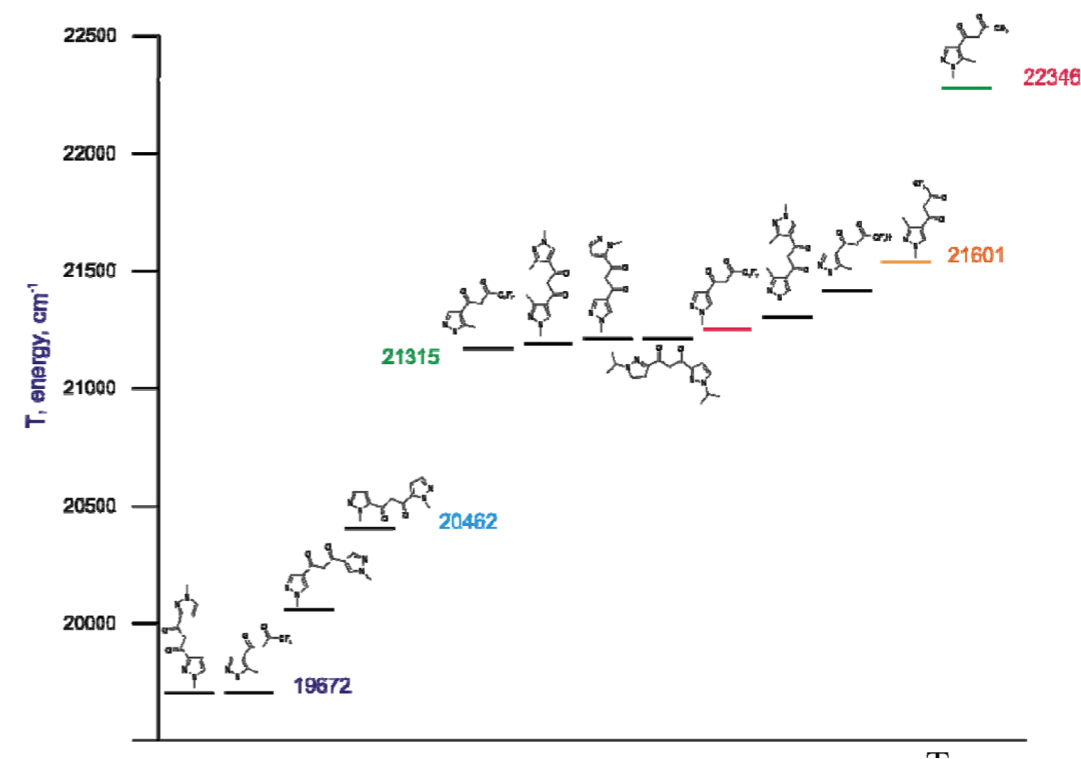


Для нанопластин CdSe толщиной несколько атомных слоёв, полученных методами коллоидной химии, было обнаружено, что увеличение их латеральных размеров (более 100 нм) приводит к их сворачиванию в структуры типа спирали (наносвитки), поскольку формирование таких структур оказывается энергетически более выгодным

Р.Б. Васильев, М.С. Соколикова, А.Г. Витухновский, С.А. Амброзевич, А.С. Селюков, В.С. Лебедев, «Оптика свёрнутых в виде свитков коллоидных квантоворазмерных наноструктур CdSe», Квант. электроника, 2015, 45 (9), 853–857

Исследованы синтетические подходы к люминесцирующим комплексным соединениям редкоземельных элементов на основе 1,3-дикетонных пиразольного ряда. Полученные соединения представляют значительный интерес в качестве люминесцентных материалов для

различных областей применения, в частности, для создания функциональных материалов, материалов органической электроники и других приложений. Детально исследованы фотофизические свойства комплексных соединений скандия (III), европия (III) и тербия (III).



Экспериментальные значения энергии триплетного уровня T1 в новых лигандах

И. В. Тайдаков, Ю. А. Стреленко, Р. С. Борисов, А. З. Темердашев, Н. П. Дацкевич, А. Г. Витухновский Синтез и исследование методами масс-спектрометрии, рентгеноструктурного анализа и ЯМР-спектроскопии на ядрах ^{89}Y и ^{139}La трис-(1,3-бис(1,3-диметил-1H-пиразол-4-ил)пропан-1,3-дионато)(1,10-фенантролин) иттрия (III) и лантана (III) // Координационная химия. – 2015. – Т. 41. – №2. – С. 203–212

Taydakov I. V. Petrov A. I., M. A. Lutoshkin. Aqueous Complexation of YIII, LaIII, NdIII, SmIII, EuIII, and YbIII with Some Heterocyclic Substituted β -Diketones // European Journal of Inorganic Chemistry. – 2015. – №. 6. – P. 1074–1082

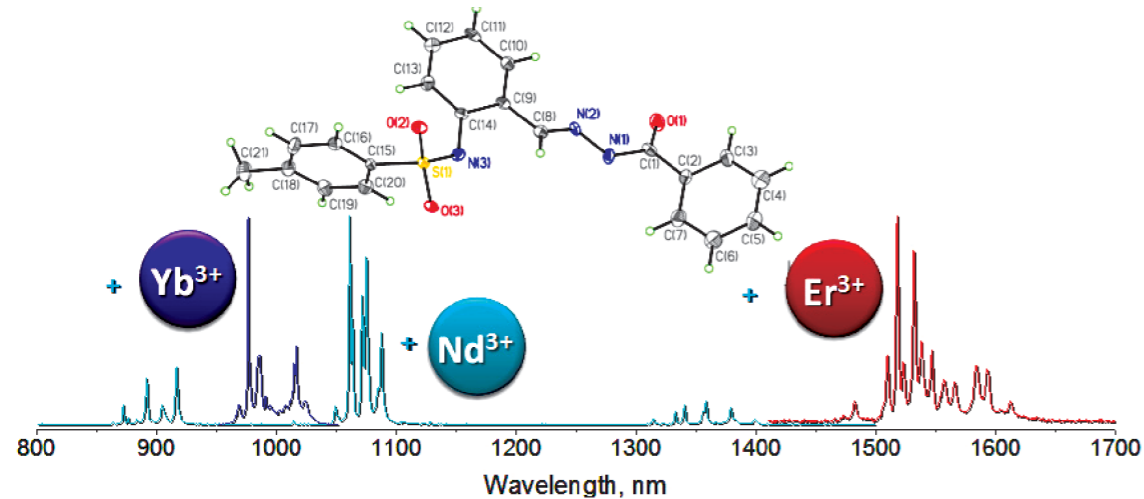
C. Pettinari, F. Marchetti, R. Pettinari, I. V. Tydakov, A. Belousov, V. D. Krasnobrov, D. I. Petukhov, A. A. Drozdov Synthesis of novel lanthanide acylpyrazolonato ligands with long aliphatic chains and immobilization of the Tb complex on the surface of silica pre-modified via hydrophobic interactions // Dalton Transactions. – 2015 – V. 44 – P. 14887–14895

I. Taydakov, O. Petrova, M. Anurova, A. Akkuzina, R. Avetisov, R. Khomyakov, E. Mozhevitina, I. Avetisov Luminescent hybrid materials based on an europium organic complex and borate glasses. / O // Journal of Non-Crystalline Solids- 2015 – V. 429 –P. 213–218

ЯРКО ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИЕ КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ С РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Получена серия ярко люминесцирующих КСРЗЭ с основанием Шиффа, квантовый выход которых в ИК диапазоне достигает 1.4%, что является высоким значением (см. рис). Синтезированы комплексы лантанидов с замещенными тетрафторбензоат-анионами (p-R-tfb-) - R = NH₂ (ram-), N₃ (raz-),

MeCOO (pmc-) и (CH₂OH) (phm-), квантовый выход Tb(pmc)₃(H₂O)₂ составляет 62%. Получены наночастицы фторидов лантана-европия, модифицированные с помощью органического лиганда. Такой подход привел к 100-кратному увеличению интенсивности люминесценции.



Utochnikova V.V., Kovalenko A.D., Burlov A.D., Marciniak L., Ananyev I., Kalyakina A.S., Kurchavov N.A., Kuzmina N.P., Highly NIR emitting lanthanide complexes with 2-(tosylamino)benzylidene-N-benzoylhydrazone, Dalton Trans., 2015, 44, 12660-12669

Utochnikova Valentina V., Kalyakina Alena S., Lepnev Leonid S., Kuzmina Natalia P., Luminescence enhancement of nanosized ytterbium and europium fluorides by surface complex formation with aromatic carboxylates, Journal of Luminescence, 2015. – vol. 170(2). – 633-640

Grishko Aleksei Y., Utochnikova Valentina V., Averin Aleksei A., Mironov Andrei V., Kuzmina Natalia P., Unusual Luminescence Properties of Heterometallic REE Terephthalates, European Journal of Inorganic Chemistry, 2015, Issue 10, pages 1660–1664

A. S. Kalyakina, V. V. Utochnikova, I. S. Bushmarinov et al. Highly luminescent, water-soluble lanthanide fluorobenzoates: Syntheses, structures and photophysics, part I: Lanthanide pentafluorobenzoates // Chemistry- A European Journal. — 2015. — Vol. 21. — P. 17921–17932

A.S. Kalyakina, V. V. Utochnikova, A. A. Vaschenko et al. OLED thin film fabrication from poorly soluble terbium o-phenoxybenzoate through soluble mixed-ligand complexes // Organic Electronics: physics, materials, applications. — 2015

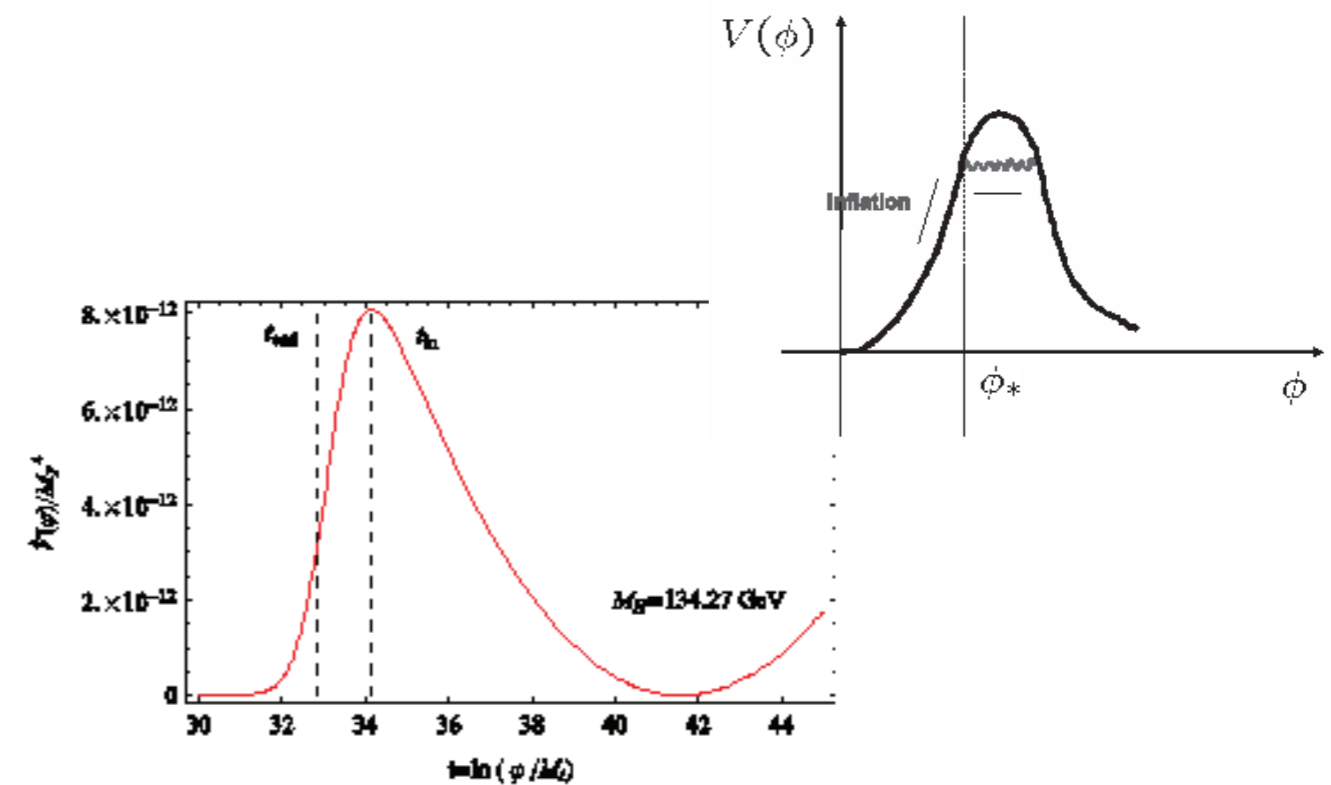
(патент) Уточникова Валентина Владимировна, Калякина Алена Сергеевна, Худолеева Владислава Юрьевна, Stefan Bräse, Кузьмина Наталия Петровна, Фторзамещенные бензоаты лантанидов, проявляющие люминесцентные свойства в видимом и ИК диапазоне, RU2015137726, 4 сентября 2015

(патент) Уточникова В., Солодухин Н., Лепнев Л., Кузьмина Н., Разнолигандные комплексные соединения тербия с фенантролином, интенсивность люминесценции которых зависит от температуры, RU#PCT/RU2015/000465, 23 июля 2015

РАЗВИТИЕ КОСМОЛОГИИ

Предложен новый тип инфляции в космологии, стартующей с окрестности максимума потенциала инфлатона, который может служить источником начальных данных в космологических моделях R²-гравитации и неминимальной хиггсовской инфляции. Построен механизм генерации такого потенциала инфлатона для этого сценария, происходящий из структуры логарифмических квантовых поправок в моделях с неминимально взаимодействующим с кривизной инфлатоном.

Дан обзор нелокальных явлений в квантовой теории поля, гравитации и космологии. Обсуждаются методы получения и механизмы нелокальных вкладов в квантовое эффективное действие, включая евклидову версию техники Швингера-Келдыша для квантовых средних. Эти методы применяются в модели темной энергии, основанной на нелокальной теории гравитации.



A.O. Barvinsky, A. Yu. Kamenshchik, D.V. Nesterov, Origin of inflation in CFT driven cosmology: R²-gravity and non-minimally coupled inflaton models, Eur.Phys.J. C75 (2015) no.12, 584

A.O. Barvinsky, Aspects of Nonlocality in Quantum Field Theory, Quantum Gravity and Cosmology, Mod. Phys.Lett. A30 (2015) no.03-04, 1540003

АКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГАЛАКТИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ И ПРИРОДА ФЕРМИЕВСКИХ ПУЗЫРЕЙ

Одним из наиболее значимых событий в астрофизике явилось открытие гамма-телескопом Fermi-LAT протяженных избытков гамма-излучения в окрестности Галактического центра, которые получили название «Фермиевские пузыри». Природа этих пузырей до сих пор не определена, и в публикациях предложены различные физические процессы, следствием которых явилась бы генерация космических лучей (КЛ) высоких энергий в Галактическом центре. Взаимодействие этих КЛ с фоновыми газом и фотонами могло бы приводить к генерации гамма-излучения. В этой связи рассматриваются адронная и лептонная модели. В первом случае гамма-излучения генерируется при взаимодействии высокоэнергичных протонов с газом (p-p столкновения), во втором – при взаимодействии высокоэнергичных электронов с фоновыми фотонами (обратное Комптоновское рассеяние). Наша группа с 2011 года развивает модель, согласно которой энергия, необходимая для генерации КЛ выделяется при квазипериодическом захвате центральной черной дырой массивных звезд (примерно раз в 105 лет). В результате такого энерговыделения в центре Галактики образуется ударная волна, которая распространяется в Галактическое гало и там ускоряет заряженные частицы. В 2015 году мы проанализировали альтернативные модели «Фермиевских пузырей» и попытались выяснить при каких условиях развиваемые в моделях процессы могут уско-

рять частицы в Галактическом гало. Так Mertsch and Sarkar (2011), предположили, что ускорение происходит в областях за ударной волной за счет взаимодействия заряженных частиц с флуктуациями электромагнитного поля. В этом случае наиболее эффективным представляется процесс доускорения в гало электронов, испущенных в галактическом диске сверхновыми звездами. Оказалось однако, что спектральный индекс ускоренных частиц оказывается слишком большим для воспроизведения наблюдаемых данных. В рамках наших исследований мы проанализировали альтернативную адронную модель «Фермиевских пузырей» (Crocker & Aharonian, 2011), в которой его природа связана с инжекцией высокоэнергичных протонов в центра Галактики, в частности, из находящихся там областей звездообразования. В рамках наших исследований мы показали, что чисто адронная модель не может объяснить спектр излучения из Фермиевских пузырей, необходимо предположить наличие дополнительной компоненты первичных электронов с достаточно жестким спектром. Таким образом, только в рамках комбинированной адронно-лептонной модели можно воспроизвести характеристики наблюдаемых спектров. В рамках такой модели речь может идти лишь о том, каков вклад в общий поток излучения дают протоны, а какой – электроны. Нам удалось показать, что чисто адронная модель вряд ли может объяснить природу «пузырей».

Cheng, K.-S.; Chernyshov, D. O.; Dogiel, V. A.; Ko, C.-M. «Multi wavelength Emission from the Fermi Bubble. II. Secondary Electrons and the Hadronic Model of the Bubble», 2015, ApJ, 799, 112-117

Cheng, K. S.; Chernyshov, D. O.; Dogiel, V. A.; Ko, C.-M. «Multi wavelength Emission from the Fermi Bubble. III. Stochastic (Fermi) Reacceleration of Relativistic Electrons Emitted by SNRs», 2015, ApJ, 804, 135

ПРИРОДА ИОНИЗАЦИИ НЕЙТРАЛЬНОГО ВОДОРОДА В ГАЛАКТИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ

Одной из нерешенных проблем астрофизики является природа ионизации нейтрального водорода в центре Галактики (ГЦ), которая аномально высока по сравнению с другими областями Галактического пространства. В принципе, наблюдения показывают, что в центре Галактики присутствует поток высокоэнергичного рентгеновского излучения, с которым связывают рентгеновское излучение из молекулярных облаков в континууме линии железа (линия 6.4 кэВ). Имеются достаточно веские основания считать, что это излучение представляет собой поток первичного излучения от черной дыры, отраженный от облаков благодаря томсоновскому рассеянию первичных фотонов на фоновых электронах облаков (так называемое, Комптоновское эхо). Этот же поток первичных фотонов генерирует линию железа 6.4 кэВ за счет ионизации фотонами К-оболочки атомов железа. Одной из особенностей прошедшего года явилось значительное понижение интенсивности отраженного сигнала от облака Sgr B2, что было зарегистрировано японским спутником Suzaku. Возникает вопрос, ожидается ли падение этого излучения до нуля в ближайшее время, поскольку фронт первичных фотонов должен покинуть это облако, или, напротив, будет обнаружено некое остаточное излучение из облака в конти-

нууме и линии железа, обусловленное субрелятивистскими космическими лучами.

Эту проблему мы исследовали совместно с японскими коллегами из Киотского университета, которые непосредственно и занимаются проведением экспериментов на спутнике Suzaku. До сих пор характеристики спектра субрелятивистских частиц являются одной из нерешенных проблем астрофизики. Мы разработали модель, которая позволила провести оценку ожидаемого потока излучения в линии и континууме, генерируемого космическими лучами. Оказалось, что ожидаемый поток в линии железа должен быть порядка 10-5 фотонов см⁻² с⁻¹. Одним из указаний на корпускулярную природу излучения было бы прекращение временного падения потока и выход интенсивности излучения на стационарный уровень, определяемый плотностью субрелятивистских космических лучей в Галактическом центре. Последние измерения на телескопе NuSTAR обнаружили стационарный поток от облака Sgr B2 на предсказанном нашей моделью уровне. Если этот результат подтвердится, то появится возможность для определения характеристик спектра субрелятивистских космических лучей, что является одной из нерешенных до сих пор проблем астрофизики.

Nobukawa, K. K.; Nobukawa, M.; Uchiyama, H.; Tsuru, T. G.; Torii, K.; Tanaka, T.; Chernyshov, D. O.; Fukui, Y.; Dogiel, V. A.; Koyama, K. «Enhancement of the 6.4 keV Line in the Inner Galactic Ridge: Proton-induced Fluorescence?», 2015, ApJ, 807, L105.

Dogiel, V. A.; Chernyshov, D. O.; Kiselev, A. M.; Nobukawa, M.; Cheng, K. S.; Hui, C. Y.; Ko, C. M.; Nobukawa, K. K.; Tsuru, T. G. «Spectrum of Relativistic and Subrelativistic Cosmic Rays in the 100 pc Central Region», 2015, ApJ, 809, 4

ИНДУЦИРОВАННАЯ ГРАВИТАЦИЯ САХАРОВА НА ФОНЕ ПРОСТРАНСТВА АНТИ-ДЕСИТТЕРА: ХАРАКТЕРНЫЙ МАСШТАБ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ КАК ОБРАТНЫЙ МАССОВЫЙ ПАРАМЕТР РАЗЛОЖЕНИЯ ШВИНГЕРА-ДЕВИТТА

Разработан метод, позволивший применить подход квантово-индуцированной гравитации А.Д. Сахарова (1967) в модели Рэндалла-Сандрама (1999) (слой 5-мерного пространства анти-ДеСиттера, ограниченный двумя 4-мерными плоскостями - UV и IR бранами, где IR брана представляет нашу Вселенную). Идея Сахарова о нулевом классическом "затравочном" лагранжиане гравитационного поля, становящемся динамическим исключительно благодаря «квантовой упругости вакуума», была в свое время реализована на фоновом плоском пространстве Минковского, искаженном малыми флуктуациями гравитационного поля. В данной работе аналогичный расчет эффективного действия квантового скалярного поля проведен на фоне «перепутанного» (warped) пространства анти-ДеСиттера. Имеющаяся по данному вопросу литература предлагает чрезвычайно сложные методы, при этом ограничиваясь расчетом лишь квантового эффективного потенциала, т.е. первого члена в разложении Швингера-ДеВитта. Предложен-

ный метод «вспомогательной массы» позволил получить простые выражения для всех членов данного разложения, включая второй член – квантово-индуцированное действие Эйнштейна. Возможно, наиболее интересным результатом работы является установление факта невозможности разложения Швингера-ДеВитта на фоне бесконечного пространства анти-ДеСиттера, не ограниченного так называемой IR («инфракрасной») браной. В модели Рэндалл-Сандрама положение IR браны определяет важнейшую остающуюся загадочной константу природы – «иерархию масс» (отношение массы Стандартной Модели и Массы Планка - порядка 10^{-17}). Показано, что рассчитанный квантово-индуцированный потенциал неаналитически зависит от положения IR браны, подобно неаналитической логарифмической зависимости потенциала Колемана-Вайнберга, что открывает возможность численного расчета указанного сверх-малого значения «иерархии масс». Данный результат требует дальнейших исследований.

Boris L. Altshuler, "Sakharov's induced gravity on the AdS background: SM scale as inverse mass parameter of the Schwinger-DeWitt expansion", Phys. Rev. D 92, 065007 – Published 9 September 2015

ОБЛАСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТОНОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Новые экспериментальные данные о протон-протонных соударениях, полученные на Большом Адронном Коллайдере (БАК), позволяют существенно расширить интервал энергий, из которого мы получаем информацию о структуре области взаимодействия протонов. Используя данные о дифракционном конусе в упругом рассеянии, мы покажем с помощью условия унитарности, как изменяются с ростом энергии протонов форма области их неупругого взаимодействия и интенсивность поглощения в ней. В частности, соударения

протонов характеризуются полным поглощением на малых прицельных параметрах при энергиях БАК, что приводит к некоторым специфическим следствиям и для неупругих процессов. Обсуждается возможный переход от картины с черной сердцевиной этой области при энергиях БАК к абсолютной прозрачности в центре при более высоких энергиях, что означает необходимость замены терминологии черного диска на черный тороид. По мере приближения к асимптотике может возникнуть и другой режим.

И.М. Дремин, Область взаимодействия протонов высоких энергий УФН, 185 (2015) 65

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И СТРУКТУРА РЕЛЯТИВИСТСКИХ ДЖЕТОВ
В ЯДРАХ АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК**

Анализ частотной зависимости наблюдаемого сдвига ядра релятивистских джетов в активных ядрах галактик позволяет оценить плотность числа истекающей плазмы, такой ключевой параметр, как множественность рождения частиц $\lambda = ne/nGJ$, а также намагниченность потока (т.н. параметр замагниченности Майкеля). Анализ 97 источников показал, что медианное значение этого параметра есть 8. Поскольку параметр намагниченности можно интерпретировать как максимально

возможный лоренц-фактор движения истекающей плазмы, эта оценка находится в согласии с наблюдаемыми сверхсветовыми движениями сгустков, наблюдаемых в струях. Более того, зная этот ключевой параметр, можно определить поперечную структуру потока. Мы показали, что продольное магнитное поле и плотность числа частиц намного больше в центре струи, чем около границе струи. Кроме того, наблюдаемое ускорение струй также объясняется с помощью МГД модели.

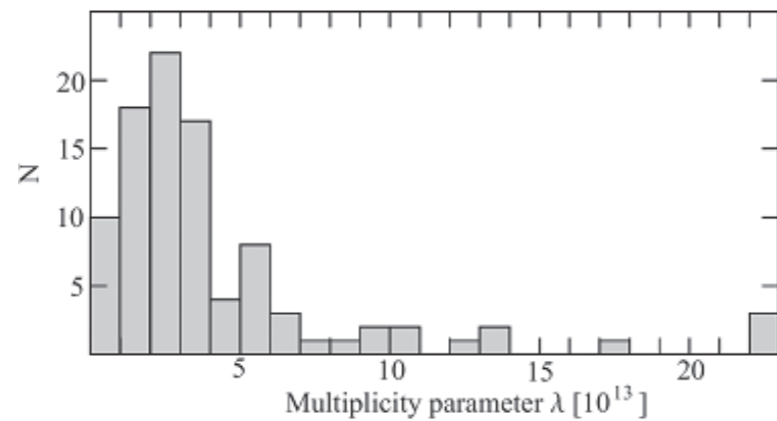


Figure 1. Distributions of the multiplicity parameter λ for the sample of 97 sources. Two objects with $\lambda = 2.8 \cdot 10^{14}$ and $3.6 \cdot 10^{14}$ lie out of the shown range of values.

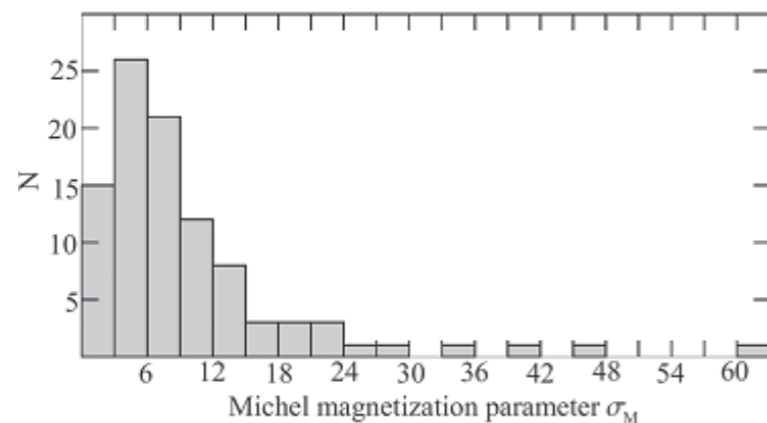


Figure 2. Distributions of the Michel magnetization parameter σ_M for the sample of 97 sources.

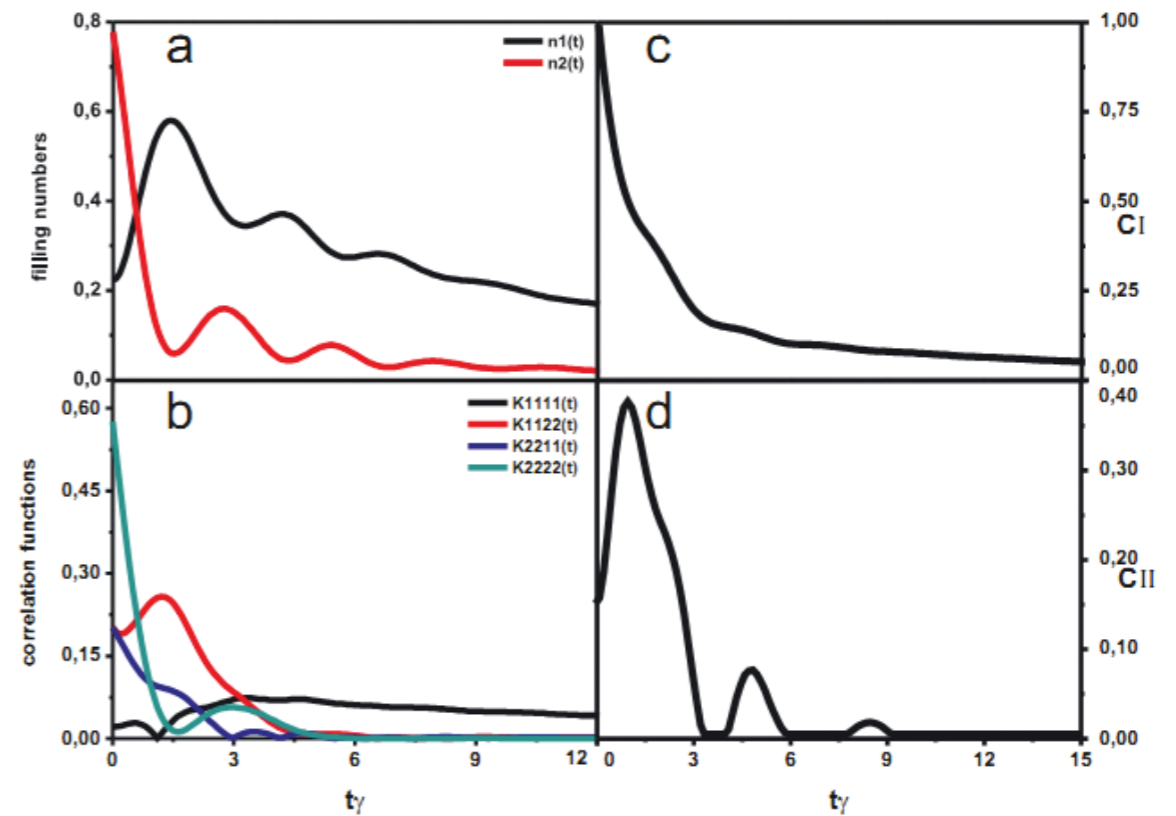
Nokhrina E. E., Beskin V.S., Kovalev Y.Y., Zheltoukhov A.A. Intrinsic physical conditions and structure of relativistic jets in active galactic nuclei. MNRAS, 447, 2726-2737 (2015)

**ВРЕМЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ИСХОДНОГО «ЗАПУТАННОГО» СОСТОЯНИЯ ДВУХ ЭЛЕКТРОНОВ
В СВЯЗАННЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ С УЧЕТОМ КУЛОНОВСКИХ КОРРЕЛЯЦИЙ**

Квантовая эволюция электронных состояний на дискретных уровнях в квантовых точках привлекает сейчас большое внимание в связи с возможными применениями в новых устройствах, осуществляющих элементы квантовых вычислений. При отсутствии взаимодействия между электронами легко найти эволюцию многочастичных состояний в квантовых точках, туннельно связанных друг с другом и с объемным материалом. Однако, учет кулоновского взаимодействия, существенного в квантовых точках небольшого размера, значительно меняет квантовую эволюцию двухчастичных состояний. Для системы из двух квантовых точек, между дискретными уровнями которых воз-

можен переход электрона, была решена задача об эволюции коррелированного (запутанного) двухэлектронного состояния при наличии туннельных переходов из одной квантовой точки в зону объемных состояний.

Получен неожиданный результат, заключающийся в том, что за счет кулоновского взаимодействия между электронами, в процессе эволюции степень коррелированности (запутанности) состояния может на некоторое время увеличиться (рисунок d). А при дальнейшей эволюции степень запутанности может на конечном временном интервале обращаться в ноль. Такое поведение в системе без кулоновского взаимодействия получить невозможно.

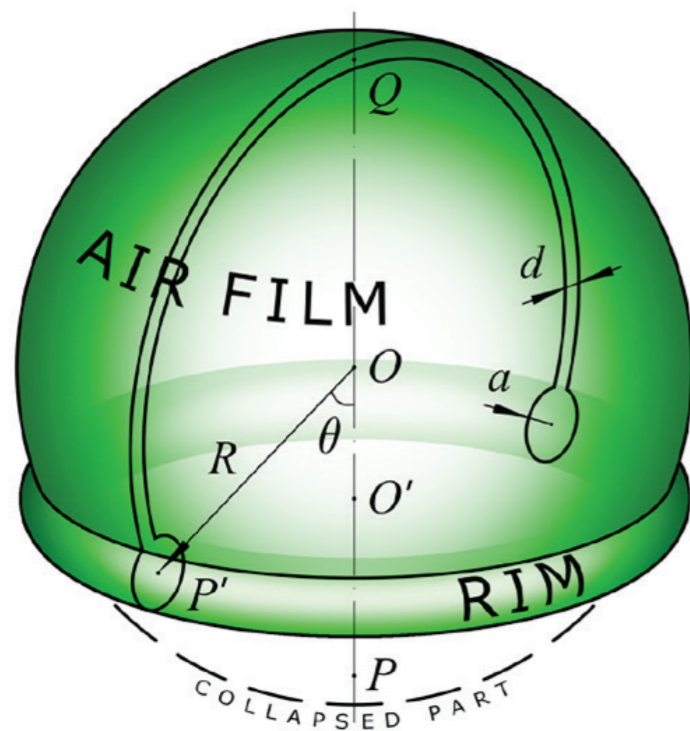


a) Изменение электронных чисел заполнения в первой и второй квантовой яме; b) различные корреляционные функции чисел заполнения c), d) изменение характеристик «запутанности» (concurrence) со временем

N.S. Maslova, V.N. Mantsevich, P.I. Arseyev Time evolution of an entangled initial state in coupled quantum dots with Coulomb correlations European Physical Journal B, V. 88, 40, 2015

Построена теория коллапса антипузырька – необычного микрогидродинамического объекта, представляющего собой тонкую сферическую воздушную оболочку в жидкости. Антипузырек – своеобразный антипод обычного мыльного пузырька. Показано, что после прокола антипузырька в нем образуется и постепенно расширяется круглое отверстие, на границе которого возникает тороидальный воздушный ободок, а сам антипузырек начинает коллапсировать. Исследован характер возникающего течения и природа сил, вызывающих коллапс. Деталь-

но изучено развитие коллапса во времени, вычислено время полуколлапса и полного коллапса. Движение ободка не описывается потенциальным течением и характеризуется большими числами Рейнольдса. Скорость движения ободка не постоянна и постепенно падает с течением времени, а ее величина определяется балансом сил поверхностного натяжения и гидродинамического сопротивления. Выведено и решено уравнение коллапса. Показано согласие теоретических результатов с современными экспериментальными данными.

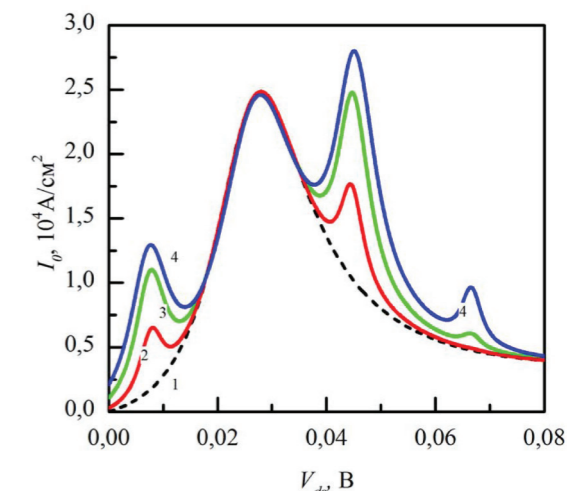
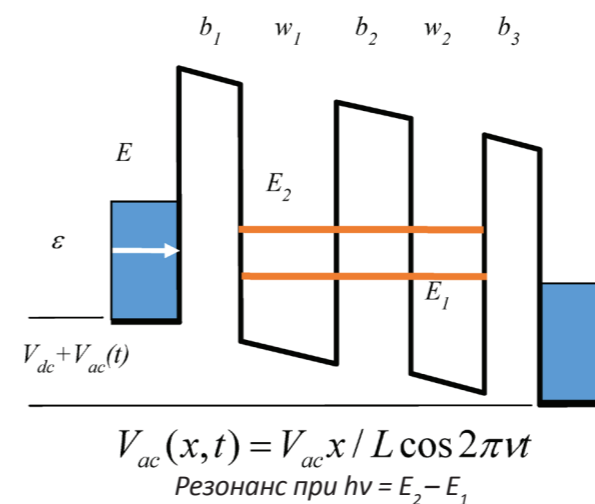


Коллапсирующий антипузырек

Sob'yanin D. N. Theory of the antibubble collapse // Phys. Rev. Lett. 2015. Vol. 114, No. 10. Art. 104501. P. 1–5

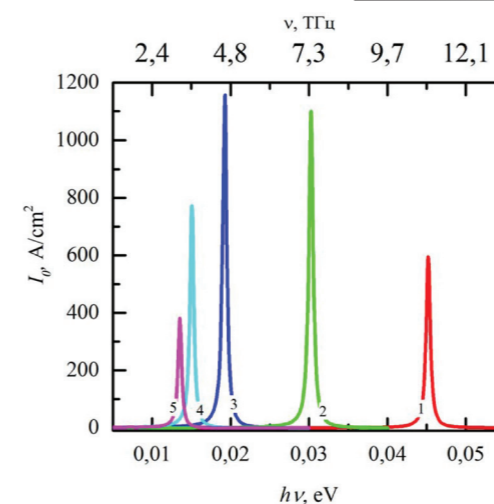
На основе разработанной нелинейной модели высокочастотного отклика предсказан эффект гигантского резонансного усиления постоянной составляющей тока в двухъямных резонансно-туннельных структурах под действием внешнего электромагнитного поля.

Резонансная частота определяется расстоянием между квазистационарными уровнями размерного квантования в системе. Обнаруженный эффект может служить основой для создания высокочувствительных детекторов терагерцевого излучения.

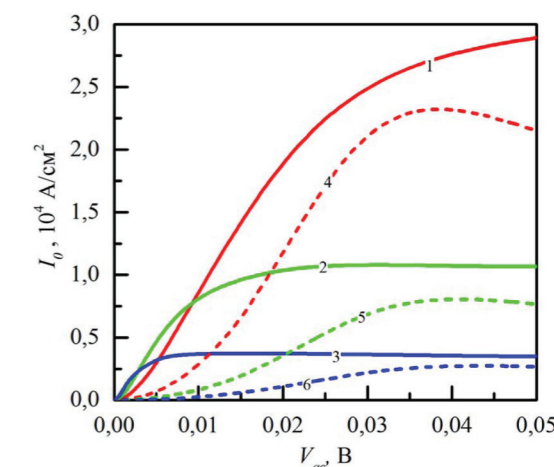


Изменение ВАХ под действием внешнего поля. $V_{ac}(V)$: 1 - 0; 2 - 0,005; 3 - 0,01; 4 - 0,015

Гетеросистема $AlAs/In_{0,53}Ga_{0,47}As$ $h\nu = 10$ МэВ
 $b_1=b_3=15\text{Å}, b_2=20\text{Å}; w_1=100\text{Å}; w_2=90\text{Å} (15/100/20/90/15)$



Изменение резонансной частоты за счет изменения ширины центрального барьера $V_{ac} = 0,001$ В, $b_1 = b_3 = 20$ Å.
 b_2 (Å): 1 - 3; 2 - 5; 3 - 10; 4 - 15; 5 - 20 Å



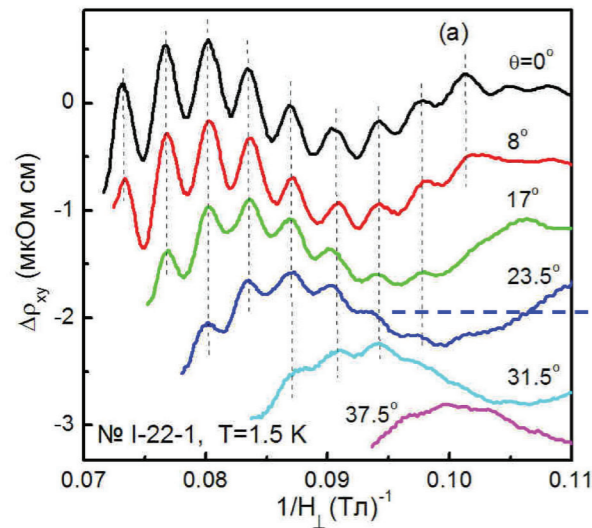
Зависимость постоянной составляющей тока I_0 от амплитуды сигнала V_{ac} . Резонансная частота (сплошные) и низкочастотный предел (пунктир), для структуры $b/100/15/90/b$ с b (Å): 1 - 10; 2 - 15; 3 - 20

В. В. Капаев, Нелинейная теория узкополосной генерации и детектирования терагерцевого излучения в резонансно-туннельных гетероструктурах, ЖЭТФ, 148, № 2, с.349 (2015)

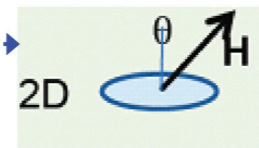
КВАНТОВЫЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ В СИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ, ФАЗА БЕРРИ И СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В $\text{Bi}_2\text{Cu}_x\text{Se}_3$

Сообщается о наблюдении двумерных (2D) осцилляций Шубникова-де Гааза (ШДГ) в трехмерных (3D) высококачественных монокристаллах Bi_2Se_3 , легированных медью, с объемной концентрацией носителей $n_{3D} \sim 10^{18}\text{-}10^{20} \text{ см}^{-3}$. Вращением образцов в магнитных полях до 19.5 Тл и при температурах до 0.3 К доказано, что эти осцилляции связаны с множеством параллельных 2D проводящих слоев толщиной $\approx 1.5 \text{ нм}$. Найдены их основные кинетические параметры. Верные диаграммы 2D уровней

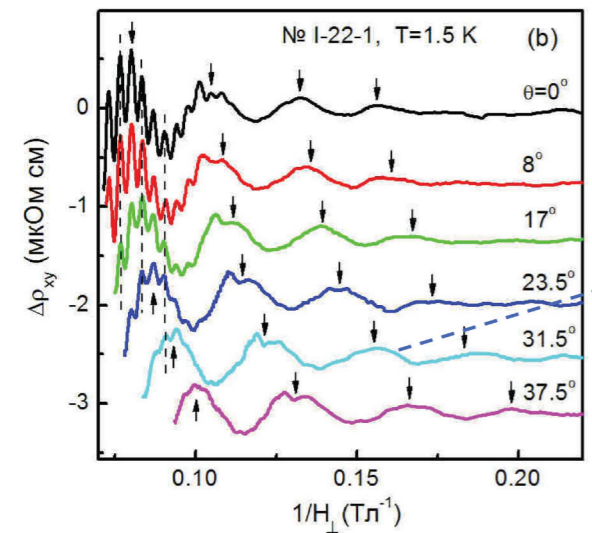
Ландау для различных углов наклона образцов относительно направления магнитного поля позволили заключить, что в 2D проводящих слоях фаза Берри равна π и не зависит от направления магнитного поля. Изучением угловой зависимости резистивного верхнего критического магнитного поля B_{c2} в одном из сверхпроводящих образцов показано, что его можно рассматривать как массивный сверхпроводник, состоящий из сверхпроводящих слоев с эффективной толщиной $\sim 50 \text{ нм}$.



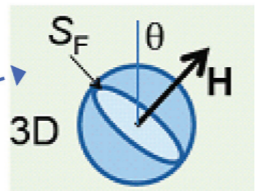
Осцилляции $\Delta\rho_{xy}$ как функции обратной величины перпендикулярной составляющей магнитного поля $1/B_{\text{перп}} = 1/B\cos(\vartheta)$, измеренные на образце № 1 при различных углах наклона ϑ . $n_{3D} = 2.8 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$



Амплитуда осцилляций уменьшается



Те же осцилляции, что и на рисунке (a), но в более широкой области полей (от 14 Тл до 4.5 Тл)



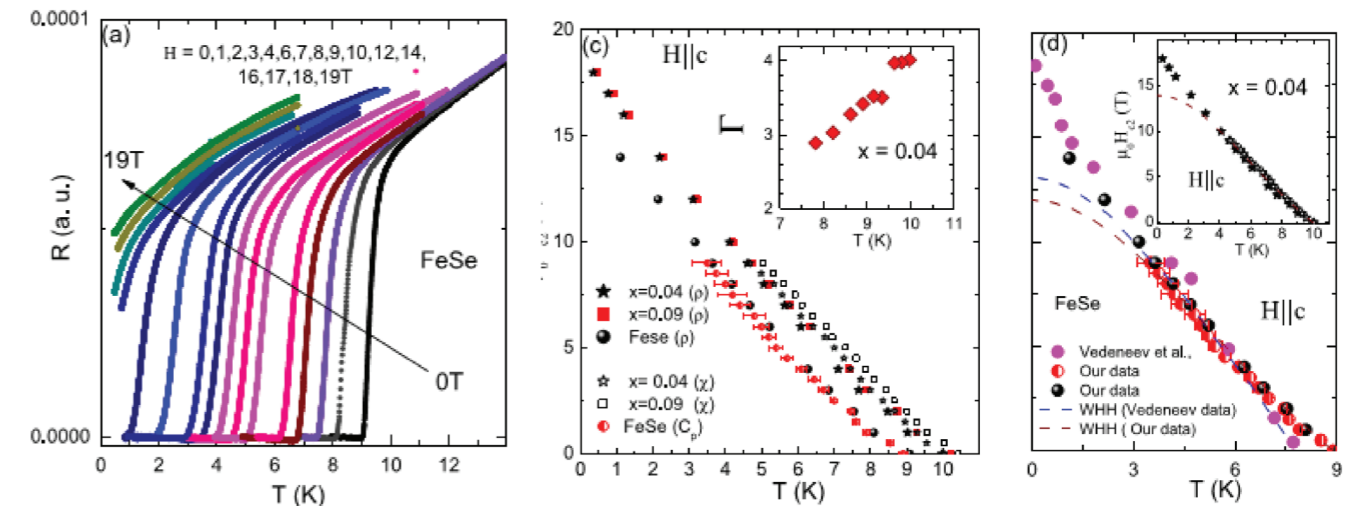
Амплитуда осцилляций не уменьшается

С. И. Веденеев, и др., «Квантовые осцилляции в сильных магнитных полях, фаза Берри и сверхпроводимость в трехмерных топологических изоляторах $\text{Bi}_2\text{-xCu}_x\text{Se}_3$ », ЖЭТФ, 148, № 1, 75 (2015)

СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА ЛЕГИРОВАННОГО СЕРЫЙ СЕЛЕНИДА ЖЕЛЕЗА

Исследованы температурные зависимости намагниченности, электросопротивления и низкотемпературной теплоемкости высококачественных монокристаллов $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ ($x=0, 0.04, 0.09$ и 0.11). Обнаружено, что замещение селена на серу приводит к росту критической температуры сверхпроводящего перехода, верхнего критического поля и плотности критического тока. Из основе анализа кривых $R(T)$, измеренных в магнитных полях до 21Т, приложенных перпендикулярно и параллельно плоскости ab , построена магнитная фазовая диаграмма. Показано, что за-

висимость $H_{c2}(T)$ не описывается общеизвестной моделью WHH, а анизотропия второго критического поля растет с ростом температуры. Из анализа температурных зависимостей теплоемкости и лондоновской глубины проникновения, полученной из результатов измерений первого критического поля обнаружено, что данные зависимости хорошо укладываются в рамки двузонной s-волновой модели с сильной связью, в то время как d-волновая модель и однозонная БКШ-теория со слабой связью не описывают результаты проведенных экспериментов.



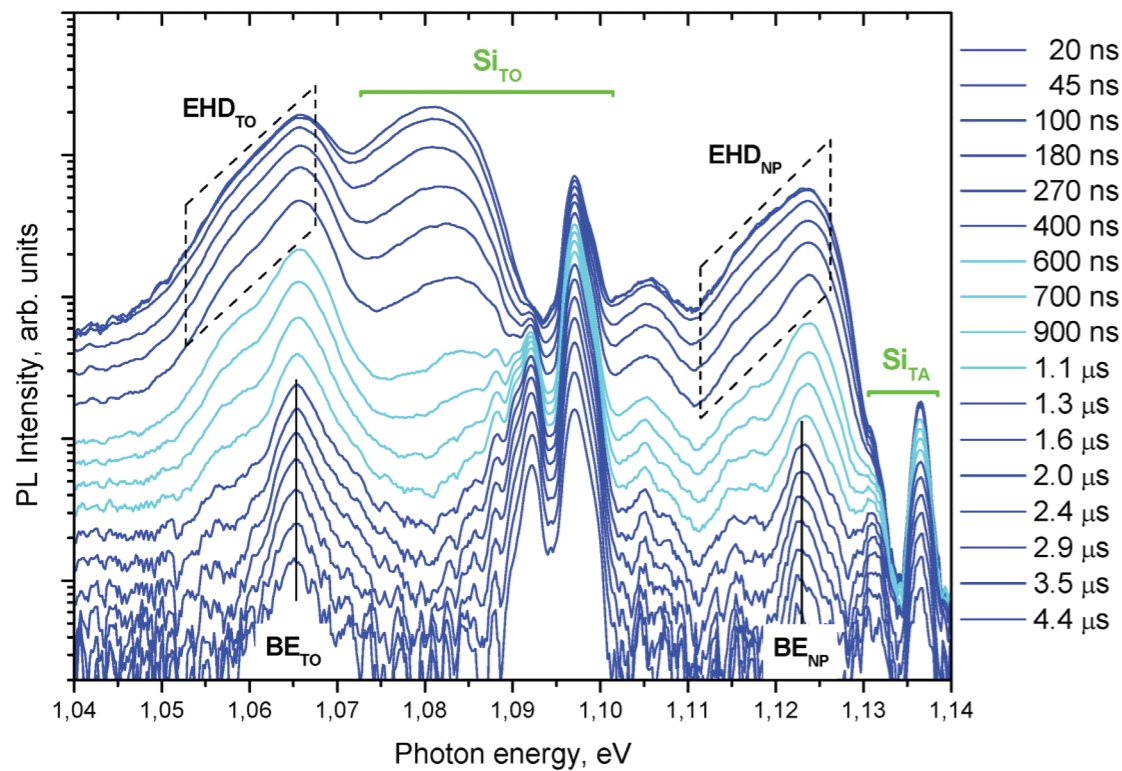
Зависимость $R(T)$ в плоскости ab кристалла FeSe в магнитном поле до 19Т (панель (a)). Температурная зависимость верхнего критического поля для кристаллов $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ ($x=0, 0.04, 0.09$), из измерений электросопротивления, магнитной восприимчивости и теплоемкости, как указано на рисунке (панель (b)). На вставке к панели (b) температурная зависимость анизотропии второго критического поля. Температурная зависимость $H_{c2}(T)$ для кристалла FeSe по нашим данным и данным других работ, а также теоретическая кривая из модели WHH (панель (d)). На вставке к панели (d) зависимость $H_{c2}(T)$ из нашего эксперимента и теоретическая кривая WHH (пунктир)

M. Abdel-Hafiez, Yuan-Yuan Zhang, Zi-Yu Cao, Chun-Gang Duan, G. Karapetrov, V.M.Pudalov, V.A.Vlasenko, A.V.Sadakov, D.A.Knyazev, T.A.Romanova, D.A.Chareev, O.S.Volkova, A. N. Vasiliev, and Xiao-Jia Chen «Superconducting properties of sulfur-doped iron selenide» Phys. Rev. B 91, 165109 (2015)

ИССЛЕДОВАНА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ С КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ

На основе измерений кинетики низкотемпературной люминесценции определены условия, при которых в спектрах излучения кремний-германиевых гетероструктур с квантовыми ямами регистрируется излучение экситонно-примесных комплексов. Показано, что энергия связи экситона на примеси бора, расположенной в центре квантовых ям толщиной 5 нм и содержанием германия 5% и 9.5%, составляет 7 ± 0.5 мэВ. Продемонстрировано,

что увеличение концентрации германия приводит к значительному уменьшению силы осциллятора для экситонно-примесных комплексов расположенных в центре ямы. Предложен бесконтактный метод детектирования малых концентраций примесей, основанный на определении поправок к плотности экситонных состояний по спектрам низкотемпературной фотолюминесценции.



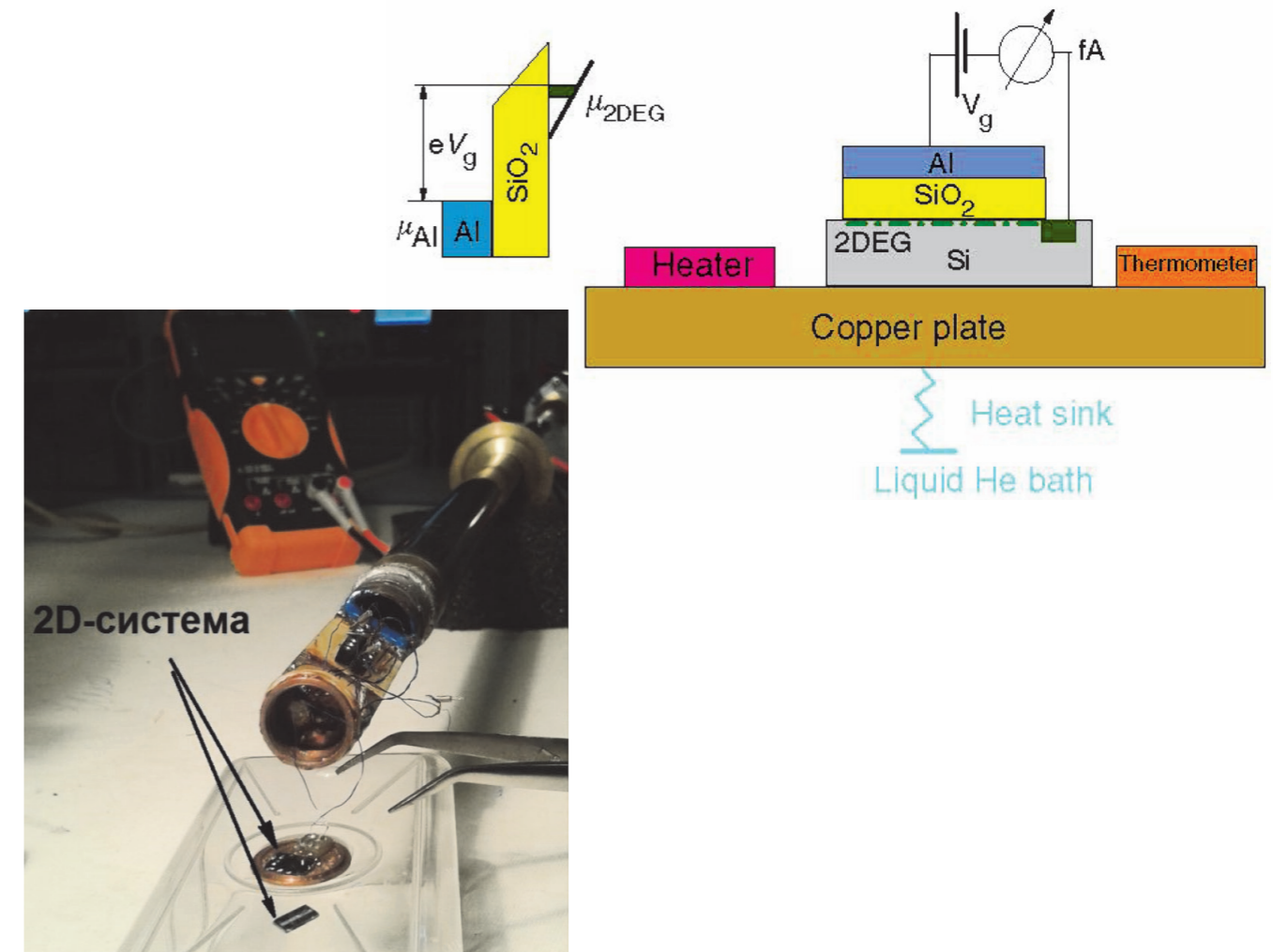
Временная эволюция спектров фотолюминесценции легированной структуры с содержанием германия 4.5% при температуре 5 К. Энергия возбуждающих импульсов 20 мкДж, длительность – 5 нс. Зелеными отрезками помечено излучение из объемного кремния. Полоса бесфононного излучения (NP) электронно-дырочной жидкости и ее фононное повторение (TO) обозначены EHD, линия бесфононного излучения связанных экситонов и ее фононное повторение обозначены BE

V.S. Bagaev, V.S. Krivobok, S.N. Nikolaev, A.V. Novikov, E. E. Onishchenko, A.A. Pruchkina. Excitonic luminescence of SiGe/Si quantum wells δ -doped with boron. Journal of Applied Physics, v.117, 185705 (2015)

ПРИДУМАН И РЕАЛИЗОВАН СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНТРОПИИ НАНООБЪЕКТОВ

Разработан способ и впервые осуществлены измерения энтропии на электрон dS/dn для двумерной системы электронов. Благодаря высокой пороговой чувствительности разработанного метода измерения энтропии возможны даже всего для 10^8 электронов. Прослежена эволюция dS/dn электронной системы при изменении концентрации электронов от высокой (10^{12}см^{-2} , режим обычной вырожденной Ферми-жидкости), до крайней низкой (10^{10}см^{-2} , режим невырожденного сильно-коррелированного газа). Свойства этого неисследованного ранее режима оказа-

лись похожими на свойства сильно-коррелированной заряженной плазмы. Обнаружена сильная перенормировка взаимодействием эффективной массы квазичастиц, примерно вдвое превышающая перенормировку проявляющуюся в транспортных измерениях. В отличие от режима Ферми-жидкости, в котором перенормированная масса масштабируется параметром взаимодействия, зависящим только от концентрации электронов, в режиме коррелированной плазмы эффективная масса масштабируется как концентрацией, так и температурой. (ФИАН, ИТФ).



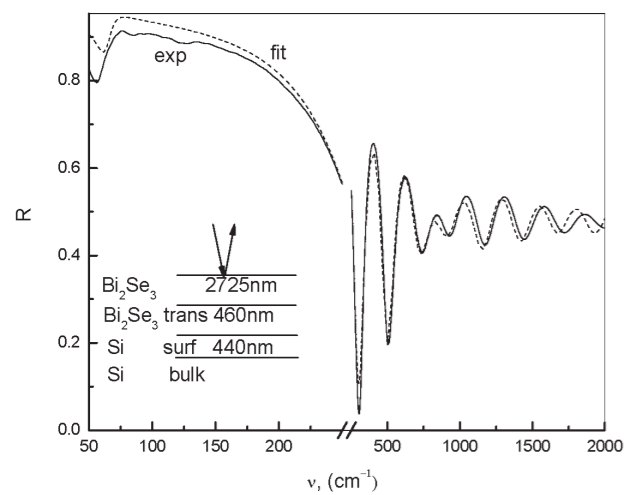
Е.В. Тупиков, А.Ю.Кунцевич, В.М.Пудалов, И.С.Бурмистров, Nature Commun. 6, 7298 (2015). 10.1038/ncomms8298

Е.В. Тупиков, А.Ю.Кунцевич, В.М.Пудалов, И.С.Бурмистров, Письма в ЖЭТФ 101, №2, (2015)

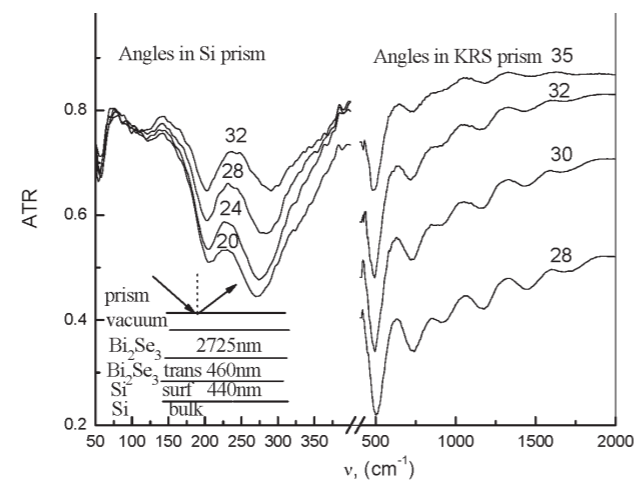
СПЕКТРЫ НАРУШЕННОГО ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА Bi_2Se_3

Измерены спектры инфракрасного отражения и нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) пленки топологического изолятора Bi_2Se_3 , осажденной на кремнии. Методом дисперсионного анализа спектров отражения при нормальном падении света получены параметры плазмонов и фононов в пленке и в приповерхностных слоях у границы раздела Si

– пленка. Обнаружено, что концентрация носителей у границы раздела значительно превышает концентрацию в объеме пленки. Впервые в пленке топологического изолятора Bi_2Se_3 экспериментально наблюдались поверхностные поляритоны и волноводные моды. Получены кривые дисперсии поверхностных поляритонов и волноводных мод.

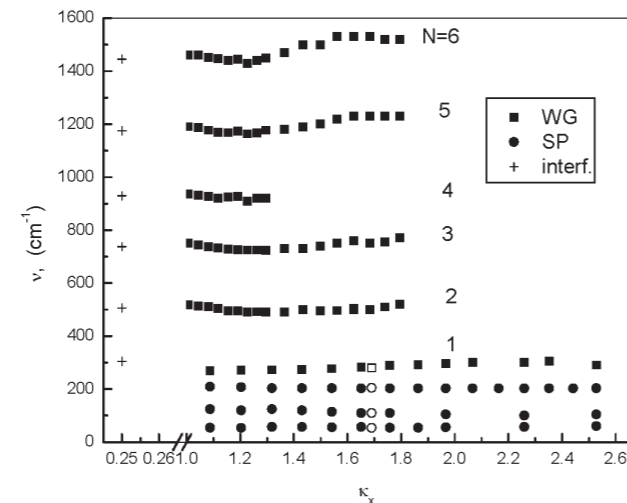


Спектр внешнего отражения пленки Bi_2Se_3 , осажденной на кремниевую подложку – эксперимент (exp) и наилучшая подгонка (fit). На вставке показаны геометрия эксперимента и смоделированные переходные слои



Спектры НПВО (ATR) пленки Bi_2Se_3 в широком спектральном диапазоне для кремниевой и KRS-5 призм при разных углах падения. На вставке представлена геометрия эксперимента

Кривые дисперсии поверхностных поляритонов (SP) и волноводных мод (WG) пленки топологического изолятора Bi_2Se_3 , полученные из спектров НПВО с использованием трех различных призм с зазором между призмой и образцом. Прозрачные кружочки и квадратик – результаты измерений с алмазной призмой. Левая колонка крестиков показывает частоты интерференционных (interf.) мод, полученных из спектров внешнего отражения

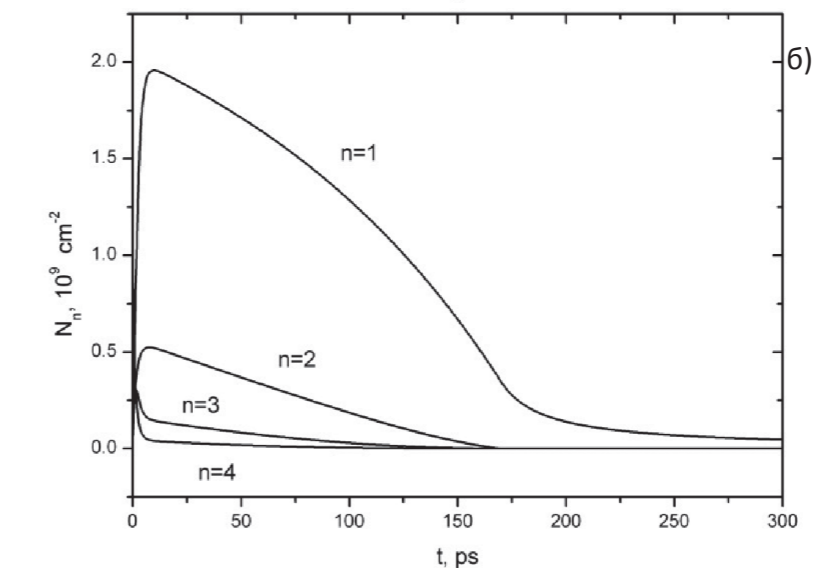
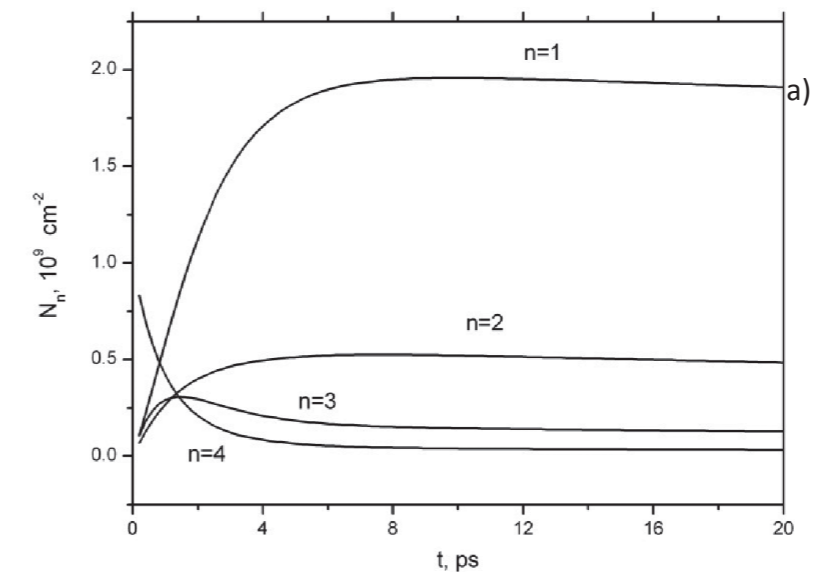


Н.Н. Новикова, В.А. Яковлев, И.В. Кучеренко Спектры инфракрасного отражения и нарушенного полного внутреннего отражения топологического изолятора Bi_2Se_3 Письма в ЖЭТФ 102, вып. 4, 253 (2015)

МЕХАНИЗМ РЕЛАКСАЦИИ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ УРОВНЕЙ ЛАНДАУ В КВАНТОВЫХ ЯМАХ

Изучена кинетика внутриподзонной релаксации энергии электронов в системе уровней Ландау, лежащих ниже энергии оптического фонона. Обнаружено, что характер релаксации в рассматриваемой системе принципиально отличается от характера релаксации в двумерной непрерывной подзо-

не квантовой ямы, в частности, в системе уровней Ландау качественно различаются механизмы термализации электронной подсистемы и релаксации ее энергии. При этом время релаксации электронной подсистемы оказывается на несколько порядков больше времени термализации.

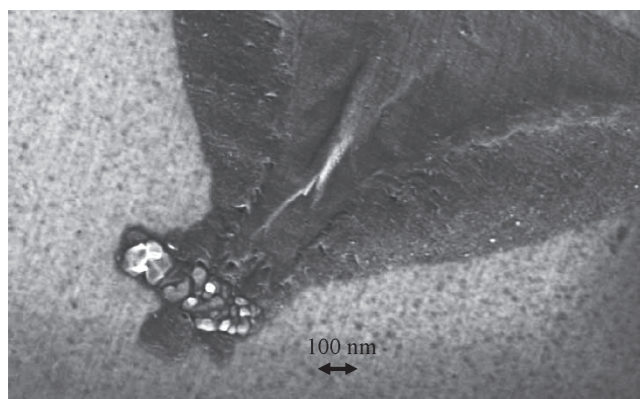


Рассчитанная кинетика населенностей уровней Ландау первой подзоны в квантовой яме шириной 25 нм и уровне легирования cm^{-2} в магнитном поле $B=3.5 \text{ Тл}$ в различных временных масштабах. а) времени термализации; б) полной релаксации

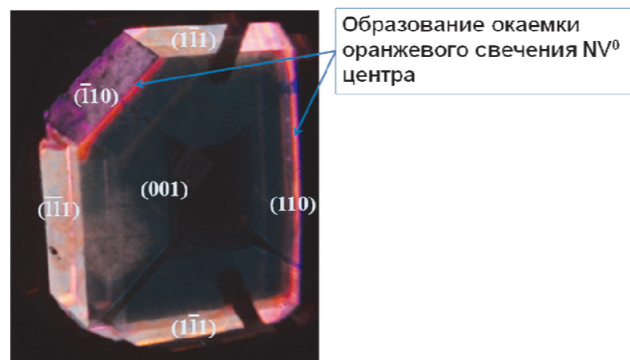
М.П. Теленков, Ю.А. Митягин, В.В. Агафонов, К.К. Нагараджа, «Механизм релаксации энергии в системе уровней Ландау в квантовых ямах», Письма в ЖЭТФ т. 102, вып.9-10, стр. 770-774 (2015)

МЕХАНИЗМ ТРАНСФОРМАЦИИ АЛМАЗА В ГРАФИТ ПРИ НАГРЕВЕ

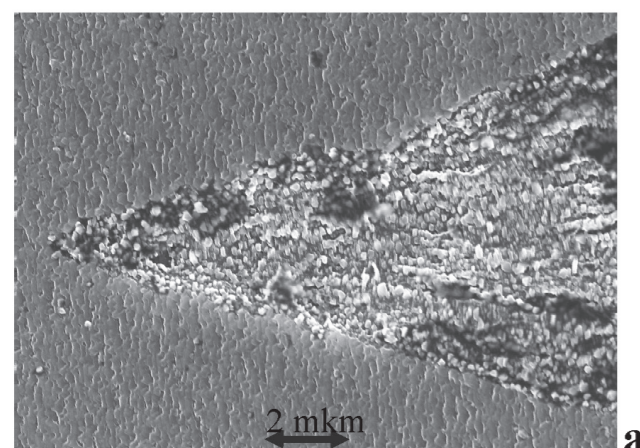
Исследования явления трансформации алмаза в графит при нагреве были сконцентрированы на образовании зародышевого гнезда и развитии графитизации алмаза в контакте с графитом.



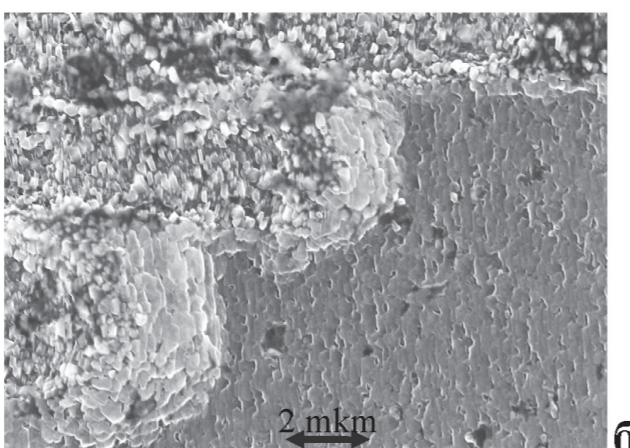
Изображение СЭМ поверхности пластинки (110) после отжига при 1660 °С. Зародышевое гнездо дало начало фигуры графитизации



Фотография катодолюминесценции пластинки (001) синтетического алмаза после отжига при 1670 °С



Развитие графитизации на поверхности алмаза, отклоненной от плоскости (112) на 3° вправо; а – начальная часть фигуры графитизации, б – хвостовая часть фигуры графитизации. Отжиг при 1650 °С



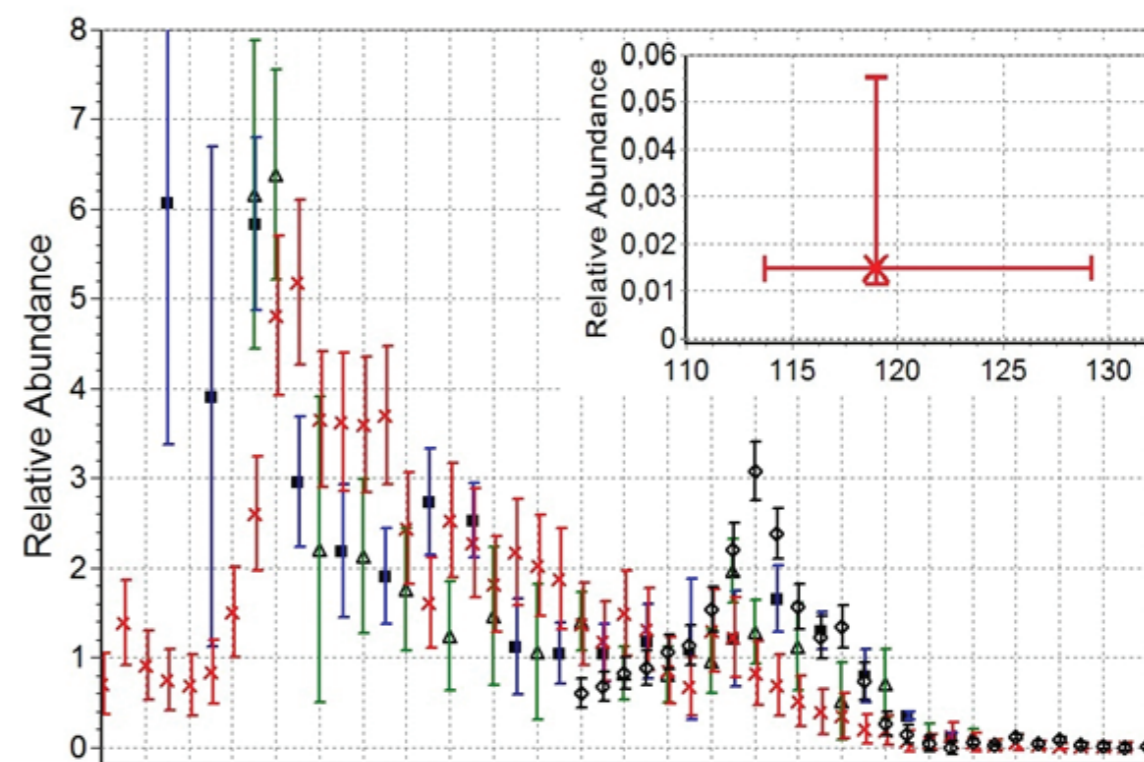
Р.А. Хмельницкий. Перспективы выращивания монокристаллического алмаза большого размера. УФН, 182, 2, 143-159, 2015

ЗАРЯДОВЫЙ СПЕКТР ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Целью выполняемого группой авторов ФИАН-ГЕОХИ на комплексе ПАВИКОМ проекта являются исследования тяжелых и сверхтяжелых ядер в космических лучах путем поиска и измерения треков ядер в кристаллах оливинов из палласитов. Вопрос о существовании сверхтяжелых ядер имеет важнейшее значение для понимания свойств ядерной материи. Авторами получен значительный объем экспериментальных данных о сверхтяжелых ядрах природного происхождения. Общая статистика – 11642 сверхтяжелых ядра галактических космических лучей – позволяет оценить этот банк данных как самый большой из всех современных: в 442 исследованных кристаллах метеоритного оливина (264 кристалла из метеорита

Marjalahti и 178 кристаллов из метеорита Eagle Station, размер каждого кристалла около 2 мм³) обнаружены и определены параметры 11642 треков ядер с $Z > 20$ (в том числе, 10283 трека ядер с $Z \geq 50$, 1233 трека ядер с $Z \geq 70$ и 9 треков ядер с $Z \geq 88$). В составе зарегистрированных событий идентифицировано 384 трека, заряд которых оценивается как $Z \geq 75$, т.е. соответствующие ядра могут относиться к долгоживущим сверхтяжелым элементам.

Результаты работы по проекту являются весомым вкладом в мировую статистику экспериментов по поиску сверхтяжелых ядер. Полученные результаты позволяют говорить о существовании и распространенности трансфермиевых элементов в природе.



Относительная распространенность тяжелых ядер ГКЛ, зарегистрированных авторами ФИАН-ГЕОХИ (кресты) в сравнении с результатами других экспериментов: HEAO-3 (квадраты) [W. R. Binns, T. L. Garrard, P. S. Gibner et al., *Astrophys. J.*, 346, 997, (1989)] ARIEL-6 (треугольники) [O'Sullivan, A. Thompson, C. Domingo et al., *Nucl. Track and Rad. Meas.*, 15, 673, (1988)] и UHCRC (круги) [J. Donnelly, A. Thompson, D. O'Sullivan et al., *Astrophys. J.* 747(40), 14, (2012)]

АВТОРЫ КСФ, 2015, номер 5, стр. 49-56

НА УРОВНЕ 5.1σ ОБНАРУЖЕНЫ ОСЦИЛЛЯЦИИ НЕЙТРИНО В КАНАЛЕ $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$

ФИАН, ИЯИ РАН, НИИЯФ МГУ, ОИЯИ

В сентябре 2015 года коллаборацией OPERA объявлено об открытии осцилляций нейтрино в канале $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$. Работа выполнена с использованием гибридного детектора OPERA, расположенного в подземной лаборатории Гран Сассо (Италия), использующего пучок мюонных нейтрино из ЦЕРНа и состоящего из электронных сенсоров, мюонных спектрометров и ядерных эмульсий, прослоенных пластинами свинца. Пространственное разрешение эмульсий (~1 мкм) позволило идентифицировать часть взаимодействий ν_τ в канале заряженного слабого тока. Поиск этих событий основан на наблюдении признаков распада короткоживущей частицы. Основным источником фона являются события от ν_μ с рождением очарованных адронов, которые также содержат трек короткоживущей частицы и, тем самым, похожи по топологии распада на взаимодействия ν_τ . Экспозиция эксперимента OPERA проводилась в 2008–2012 гг. Наблюдение 4-х кандидатов на взаимодействие ν_τ в

эмульсионном детекторе было показано ранее на части экспериментального материала. В работе [1] приводятся результаты анализа 5408 событий (что на 15% больше выборки, использованной при наблюдении 4-х кандидатов). Разработанное в ФИАН программное обеспечение, позволившее увеличить скорость сканирования с 20 до 80 см²/час оказалось настолько удачным, что уже используется и в европейских лабораториях, в частности, в Неаполе.

Участниками коллаборации OPERA была проведена и новая оценка фона. В результате, статистическая значимость, соответствующая гипотезе только фона, составила 5.1 σ. Характеристики всех 5 событий-кандидатов не противоречат ожидаемым для взаимодействий ν_τ . Тем самым, в эксперименте OPERA совершено открытие осцилляций нейтрино в канале $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$. Этот главный результат эксперимента OPERA включен в физическое обоснование Нобелевской премии по физике 2015 года.

Discovery of tau neutrino appearance in the CNGS neutrino beam with the OPERA experiment. Phys. Rev.Lett. v.115, 121802 (1-7) 2015, (ArXiv e-prints. n. arXiv1507014170, pp. 1-7, 2015) (The OPERA Collaboration).

Limits on muon-neutrino to tau-neutrino oscillations induced by a sterile neutrino state obtained by OPERA at the CNGS beam. Journal of High Energy Physics. vol. 2015, n. 6, 2015. (ArXiv ePrint n.arXiv:1503.01876, pp. 1-8, 2015) (The OPERA Collaboration)

Technical proposal. A facility to Search for Hidden Particles (SHiP) at the CERN SPS (ArXiv e-prints. n.arXiv150404956S, pp. 1-256, 2015) (The SHiP Collaboration).

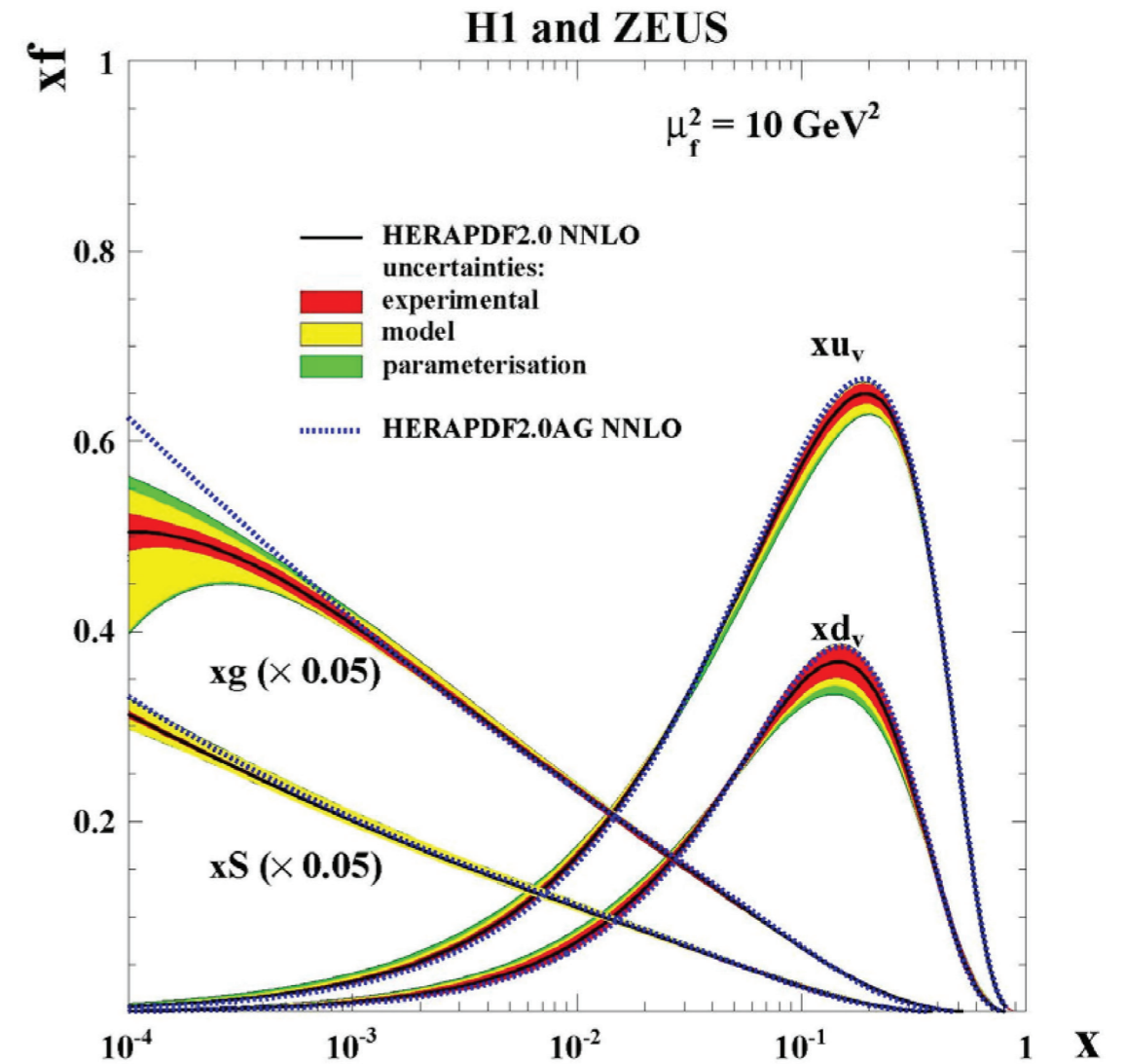
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2015/press.html; http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2015/advanced-physicsprize2015.pdf

НАИБОЛЕЕ ТОЧНАЯ КАРТИНА ПРОТОНА: КОМБИНИРОВАННЫЙ (H1 + ZEUS) АНАЛИЗ ДАННЫХ HERA ПО ГЛУБОКО-НЕУПРУГОМУ ep -РАССЕЯНИЮ

Выполнен совместный анализ результатов, полученных коллаборациями H1 и ZEUS, по глубоко-неупругому ep -рассеянию при энергии электронов /позитронов 27.5 ГэВ и энергиях протонного пучка 920, 820, 575 и 460 ГэВ. С использованием расчетов по КХД получены но-

вые, наиболее точные функции распределения кварков и глюонов в протоне – так называемый набор HERAPDF2.0 и некоторые его варианты.

Точное знание партонных распределений играет очень важную роль при изучении новой физики на LHC.



Наиболее точные партонные распределения в протоне по данным коллабораций H1 и ZEUS на коллайдере HERA

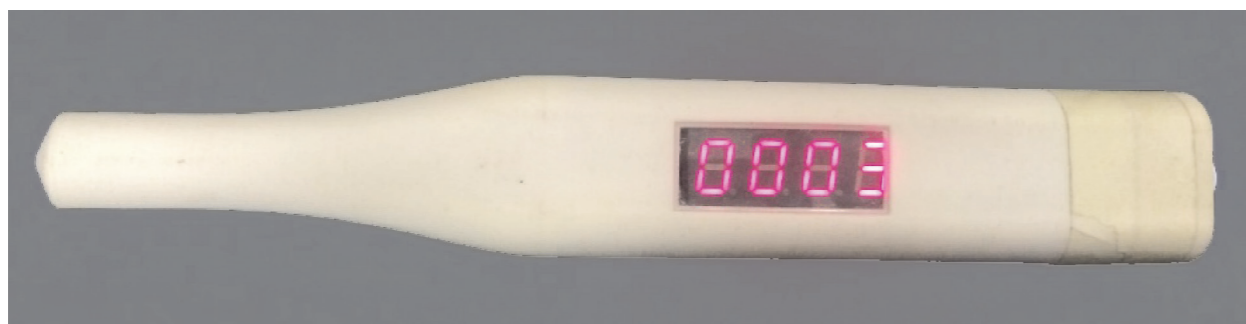
S. Schmidt and M. Wing, DESY H1 and ZEUS spokespersons. "The most precise picture of the proton". CERN Courier, October 2015 issue.

H1 and ZEUS Collaborations (H. Abramowicz et al.). "Combination of Differential D² Cross-Section Measurements in Deep-Inelastic ep Scattering at HERA". Preprint DESY-15-037, 2015. 37 pp. arXiv:1503.06042, J. High Energy Physics 1509 (2015) 149

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО ТИПА ГАММА-ЛОКАТОРА

Гамма-локатор – это миниатюрный детектор γ излучения, предназначенный для использования в ядерной медицине с целью определения в режиме реального времени пространственного распределения радиоактивных фармакологических препаратов в теле человека. Разработан гамма-локатор на основе

сцинтилляционного кристалла $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$ и кремниевое фотоумножителя SiPM. Гамма-локатор обладает следующими техническими характеристиками: энергетическое разрешение 4.1% (на линии 662 кэВ); координатное разрешение 8 мм; пространственная селективность 26° ; чувствительность 12 имп/с/кБк.



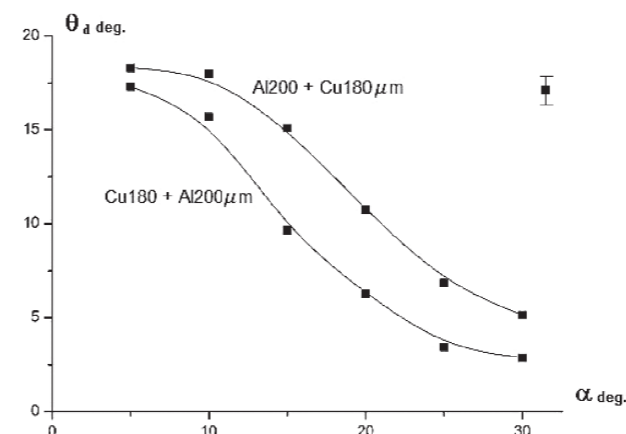
Внешний вид гамма-локатора

А. И. Болоздыня, К. А. Воробьев, Е. И. Евграфова, К. И. Жуков, В. А. Канцеров, В. В. Сосновцев, Д. Е. Филиппов, А. К. Ягнюкова Гамма-локатор для радионуклидной диагностики онкологических заболеваний // Приборы и техника эксперимента 2015, No 1, с. 159-163

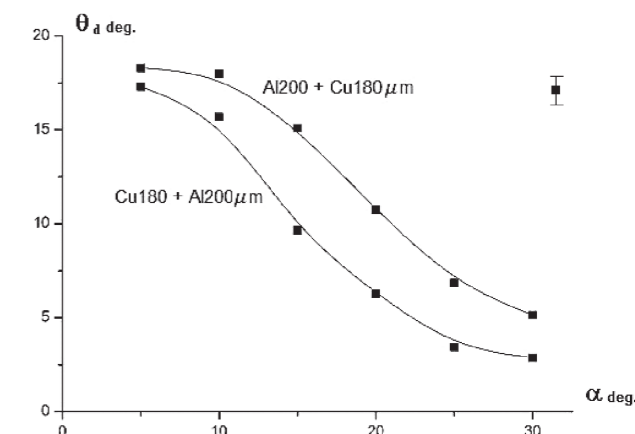
ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ, ПАДАЮЩИХ НА ТОНКУЮ ПЛОСКУЮ МИШЕНЬ ПОД МАЛЫМ УГЛОМ К ЕЁ ПОВЕРХНОСТИ

Исследовано влияние материала и толщины фольги, а также угла между начальной траекторией пучка и плоскостью мишени на направление движения, пространственное распределение и угловую расходимость пуч-

ка, пересекающего фольгу, и пучка, отраженного фольгой. Изучалось влияние порядка следования слоев металла в биметаллических фольгах на углы преломления и отражения пучков.



Зависимость угла отклонения от угла инъекции для медных фольг различной толщины



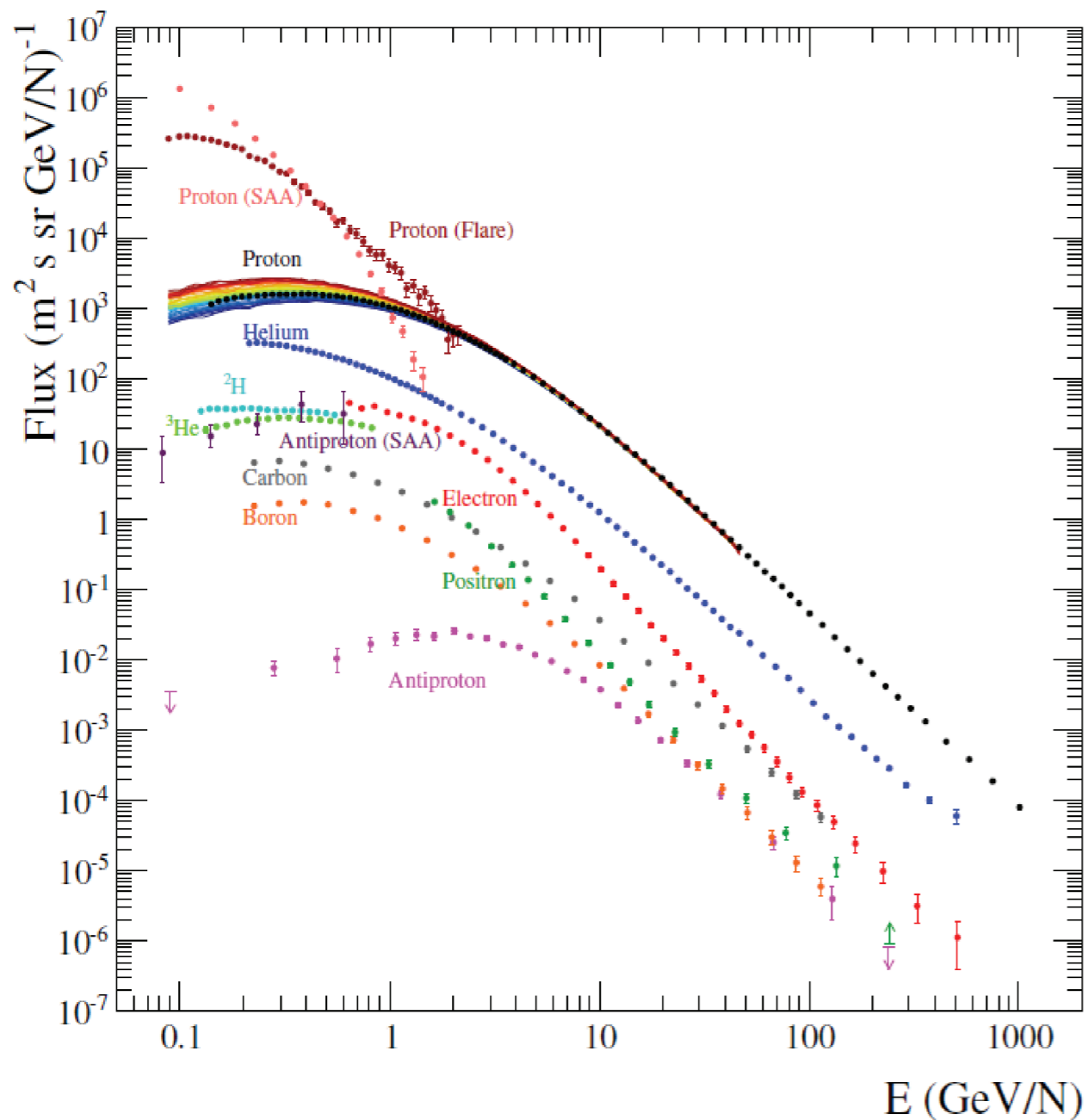
Зависимость угла отклонения от угла инъекции для биметаллических фольг из алюминия и свинца. Надписи у кривых показывают порядок следования металлов и их толщину

А.В.Кольцов, И.А.Мамонов, А.В.Серов. «Рассеяние релятивистских электронов на тонкой биметаллической фольге». Письма ЖЭТФ, т.101, в.7, с.486- 489, 2015

А.В.Серов, И.А.Мамонов, А.В.Кольцов. «Угловые распределения отраженных и преломленных пучков релятивистских электронов, пересекающих тонкую плоскую мишень под малым углом к ее поверхности». ЖЭТФ, т.148, в.4(10), с.658- 664, 2015.

СПЕКТРЫ КОМПОНЕНТ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПАМЕЛА

Получены уникальные суммарные результаты по спектрам различных компонент космических лучей (протоны, антипротоны, ядра гелия, электроны и позитроны, ядра бора и углерода) полученные за ~9-летний период выполнения космического эксперимента.



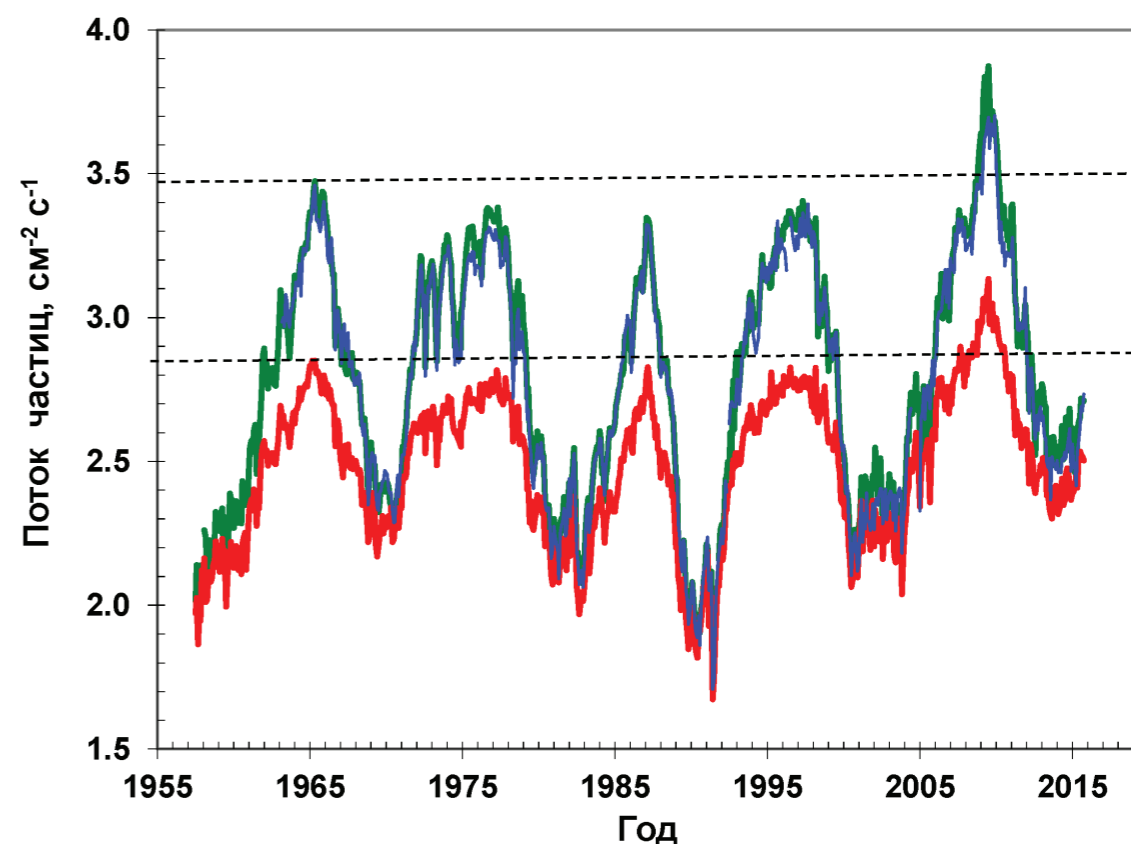
Суммарные потоки частиц, измеренные спектрометром ПАМЕЛА в космическом эксперименте

N. Mori et al., Pamela Collaboration. The PAMELA experiment and cosmic ray observations. Nuclear and Particle Physics Proceedings 265-266 (2015) 242-244

НАБЛЮДЕНИЕ 11-ЛЕТНИХ ЦИКЛОВ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ПО ПОТОКАМ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В АТМОСФЕРЕ

Получен уникальный однородный ряд экспериментальных данных о потоках заряженных частиц в земной атмосфере на высотах от уровня земли до (30–35) км. Минимум в космических лучах текущего солнечного цикла пройден и должно начаться достаточно быстрое возрастание потоков космических лучей в гелиосфере. Крупномасштабные изменения потоков галактических космических лучей в земной атмосфере вызваны 11-летним циклом солнечной активности.

На основе численного решения транспортного уравнения для галактических космических лучей, в котором коэффициенты определялись только измерительными данными по гелиосферному магнитному полю, солнечному ветру и углу наклона гелиосферного токового слоя, удовлетворительно описан временной ход интенсивности галактических космических лучей низких и высоких энергий в трех последних циклах солнечной активности.



Среднемесячные значения потоков заряженных частиц в максимуме Пфотцера в атмосфере северных полярных широт (зеленая кривая), в Антарктиде (синяя кривая) и в северных средних широтах (красная кривая). Данные получены на высотах 17–24 км и охватывают период с середины 1957 г. по октябрь 2015 г. включительно. Пунктирные прямые показывают уровень потоков космических лучей, наблюдавшийся в 1965 г.

Калинин М.С., Базилевская Г.А., Крайнев М.Б., Свиржевский Н.С., Свиржевская А.К., Стожков Ю.И. Описание интенсивности галактических космических лучей в трех последних минимумах солнечной активности. Изв. РАН, сер. физ., 2015, т. 79(5), 660-662

М. С. Калинин, Г. А. Базилевская, М. Б. Крайнев, Н. С. Свиржевский, А. К. Свиржевская, Ю. И. Стожков. ОПИСАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ТРЕХ ПОСЛЕДНИХ МИНИМУМАХ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ. ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ, 2015, том 79, № 5, с. 663–666

АТОМНЫЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ CLOUD (CERN)

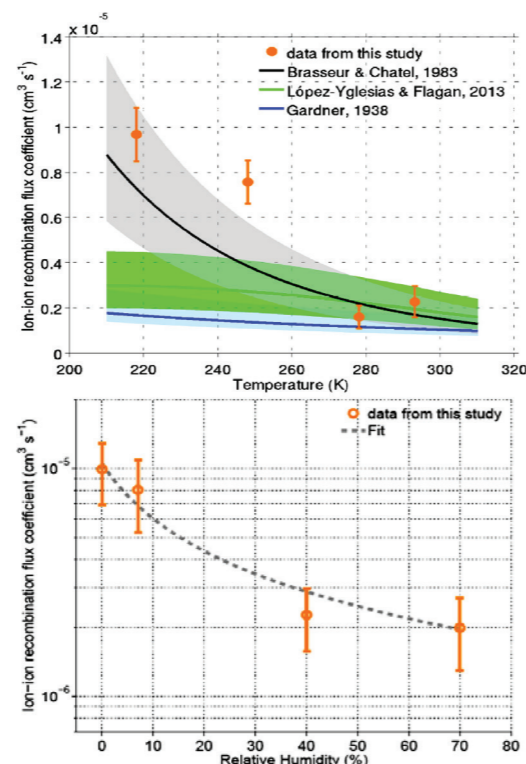
Исследован эффект влияния ионов на формирование кластеров $H_2SO_4-H_2O$ (размерами от 1.3 нм до 3.2 нм) в условиях приближенных к земной атмосфере: концентрация H_2SO_4 в пределах от 10^5 до 10^9 cm^{-3} , относительная влажность от 11% до 58%, температура от 207K до 299K и концентрация ионов в диапазоне от 0 до 6800 cm^{-3} . Впервые обнаружены большие кластеры, содержащие до 10 молекул H_2SO_4 , которые образовались в результате бинарной нуклеации.

Впервые проведены лабораторные измерения коэффициентов рекомбинации ионов (α) при различных температурах (от $-55^\circ C$ до $+20^\circ C$), отно-

сительной влажности RH (0–70%), концентрации озона (0–40 ppb и диоксида серы (200–700 ppb)). Величина скорости образования ионов изменялась в пределах $2-100$ $cm^{-3}s^{-1}$, что соответствует нижней атмосфере. Установлено, что при RH = 40 % и $T=5^\circ C$ величина $\alpha = (1.5 \pm 0.6) \cdot 10^{-6}$ $cm^3 s^{-1}$, что соответствует реальным условиям. Обнаружено 4-х кратное увеличение величины α при понижении температуры и отсутствие влияния на α изменения концентрации озона и диоксида серы. Впервые показан существенный рост величины α при уменьшении относительной влажности.



Общий вид экспериментальной установки международного проекта CLOUD в ЦЕРНе



Зависимость коэффициента рекомбинации ионов от температуры (вверху) и относительной влажности (внизу)

Franchin A., Ehrhart S., Leppä J., ..., Makhmutov V., ..., Stozhkov Y. et al. Experimental investigation of ion ion recombination at atmospheric conditions. *Atmos. Chem. Phys.*, 2015, v. 15(13), 7203-7216;

Kurten A., Munch S., Rondo L., ..., Makhmutov V. et al. Thermodynamics of the formation of sulfuric acid dimers in the binary ($H_2SO_4-H_2O$) and ternary ($H_2SO_4-H_2O-NH_3$) system. *Atmos. Chem. Phys.*, 2015, v. 15(18), 10701-107201;

Duplissy J., Merikanto J., Franchin A., ..., Makhmutov V. et al. Effect of ions on sulfuric acid-water binary particle formation II: Experimental data and comparison with QC-normalized classical nucleation theory. *JGR (A)*, 2015, 4 Sep. 2015, v. 120

ЛАЗЕРНЫЕ ДИОДЫ С НЕПРЕРЫВНОЙ МОЩНОСТЬЮ 15 Вт.

Изготовлены лазерные диоды на длине волны 980 нм с шириной полоскового контакта 95 мкм. Кристаллы лазерных диодов были смонтированы в ФИАН непосредственно на медных теплоотводящих элементах типа F-маунт без использования промежуточных элементов (сабмаунтов). Проведены испытания при выходной мощности 15 Вт в течение 100 часов, снижения мощности не обнаружено. Задача повышения ресурсной мощности и яркости лазерных диодов не теряет своей актуальности. Продолжается совершенствование конструкций базовых гетероструктур, операций планарного процессинга, пассивации и защиты зеркал резонаторов, а также методов монтажа для повышения эффективности отвода тепла и получения ресурсного режима при более высоком уровне выходной оптической мощности.

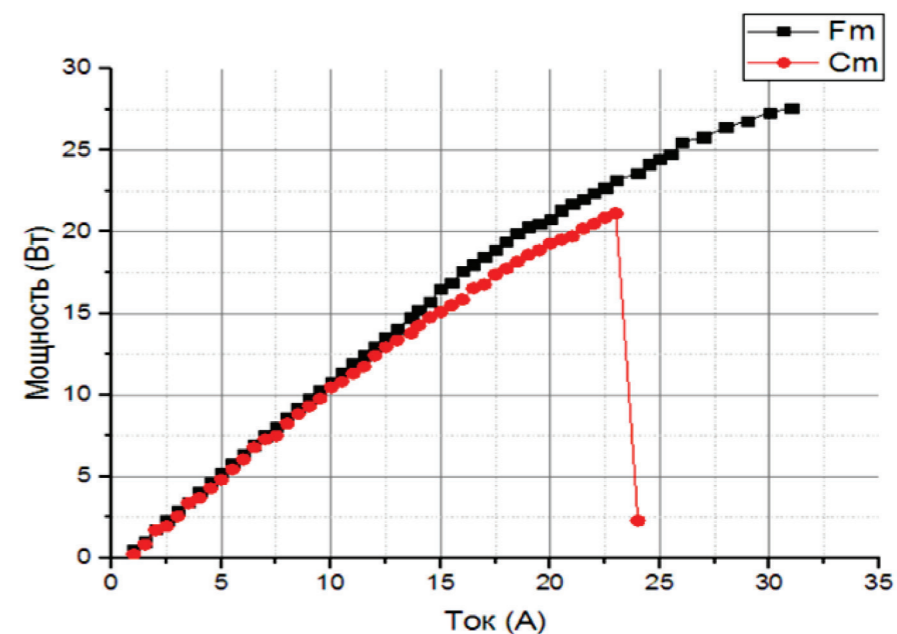
Ранее мы сообщали о получении ресурсной выходной мощности 10 Вт на длине волны 980 нм от лазерных диодов смонтированных на те-

плотводящих элементах типа C-маунт.

Данная работа посвящена экспериментальной реализации сборки лазерного чипа на теплоотводящих элементах типа F-маунт и проверке полученных нами ранее расчётных результатов при монтаже лазерных кристаллов непосредственно на теплоотводящих элементах типа F-маунт без использования сабмаунтов.

Изготовлены экспериментальные образцы мощных лазерных диодов собранные на теплоотводящих элементах типа C-маунт и F-маунт. на основе идентичных чипов на длине волны 980 нм с шириной полоскового контакта 95 мкм и длиной резонатора 4 мм.

Получено увеличение максимальной (предельной) выходной мощности от 21 Вт при монтаже на C-маунте до 28 Вт на F-маунте. При монтаже непосредственно на медном F-маунте без сабмаунтов получена стабилизация выходной мощности на уровне 15 Вт после 50 часов работы при длительности испытаний 100 часов.



Ватт-амперные характеристики лазерных диодов смонтированных на теплоотводящих элементах типа C-маунт и F-маунт

Лазерные диоды на длине волны 980 нм с непрерывной мощностью 15 Вт на теплоотводящих элементах типа F-маунт. В.В. Безотосный, О. Н. Крохин, В. А. Олещенко, В. Ф. Певцов, Ю. М. Попов, Е.А. Чешев, «Квантовая электроника», 45, № 12 (2015)

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВАРИАЦИЕЙ ПЛОТНОСТИ В МАЛОПЛОТНОЙ МИШЕНИ ДЛЯ ВЫЯСНЕНИЯ УСЛОВИЙ КОНТРОЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ

Продолжен анализ выполненных с разработанными аэрогельными мишенями лазерных экспериментов на установках PALS (Прага, Чехия) [1], LULI (Палезу, Франция) [2], OMEGA (Рочестер, США), а также в BARC (Мумбаи, Индия) [3].

Запущена установка закритической сушки (CPD) для работы с миниатюрными полимерными образцами и начаты опыты по CPD силика-гелей с плавным градиентом плотности для уменьшения инкрементов нарастания неустойчивости Рэлея-Тейлора в мишенях (ИТС).

Осуществленные в настоящее время градиенты недостаточно круты для использования в лазерных мишенях, но уже могут найти применение для макроскопических экспериментов по изучению и/или контролю неустойчивостей и для начала разработки более устойчивых миниатюрных устройств для экспериментов с высокой плотностью энергии в веществе.

Измерения и обработка параметров выполнялись на профилометре ZIGO и микрофотографах SkyScan, созданных для измерений макроскопических объектов.

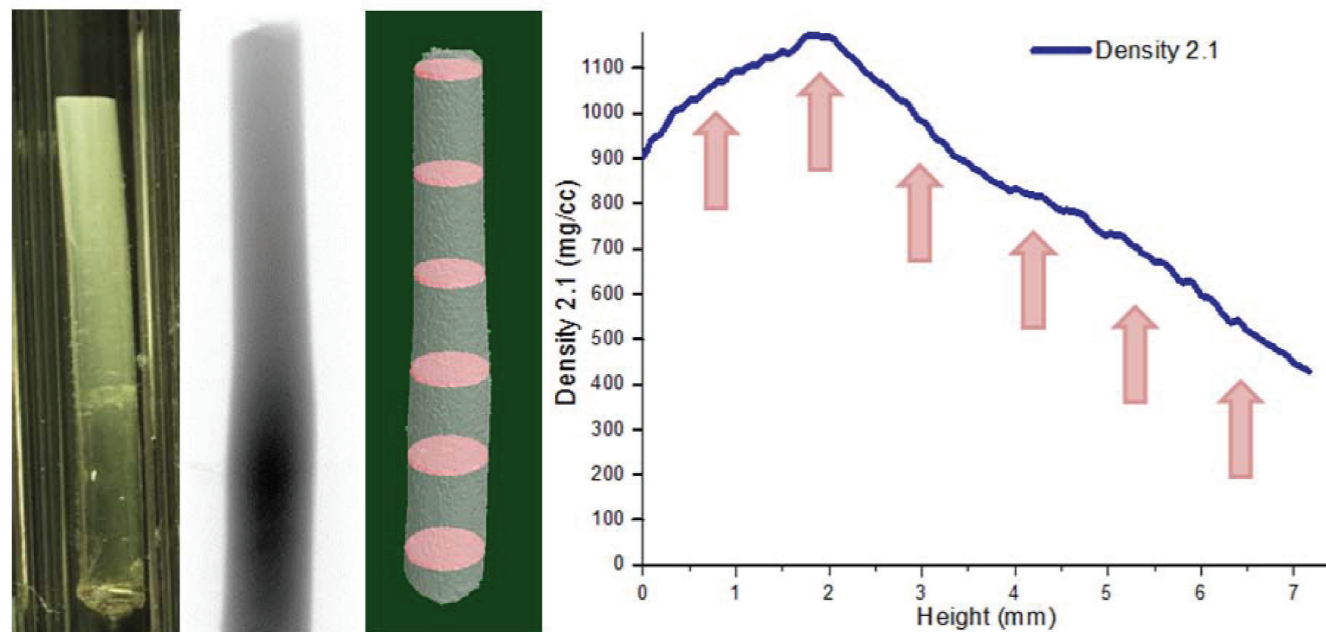


График градиента плотности в толщине аэрогеля дивинилбензола (обработка микрофотограмм)

O. N. Rosmej, N. Suslov, D. Martsovenko, G. Vergunova, N. Borisenko, N. Orlov, T. Rienecker, D. Klir, K. Rezack, A. Orekhov, L. Borisenko, E. Krousky, M. Pfeifer, R. Dudzak, R. Maeder, M. Schaechinger, A. Schoenlein, S. Zaether, J. Jacoby, J. Limpouch, J. Ullschmied and N. Zhidkov. The hydrodynamic and radiative properties of low-density foams heated by x-rays. Plasma Physics and Control. Fusion 57 094001 (2015)

V. Yahia, P.-E. Masson-Laborde, S. Depierreux, C. Goyon, G. Loisel, C. Baccou, N. G. Borisenko, A. Orekhov, T. Rienecker, O. Rosmej, D. Teychenné and C. Labaune. Reduction of stimulated Brillouin backscattering with plasma beam smoothing. Phys. Plasmas 22, 042707 (2015)

S. Chaurasia, P. Leshma, C.G. Murali, N.G. Borisenko, D.S. Munda, A. Orekhov, A.I. Gromov, Yu. A. Merkuliev, L.J. Dhareshwar. Studies on subcritical and overcritical density laser ablated TAC foam targets. Optics Communications. T. 343. C. 1-5 (2015)

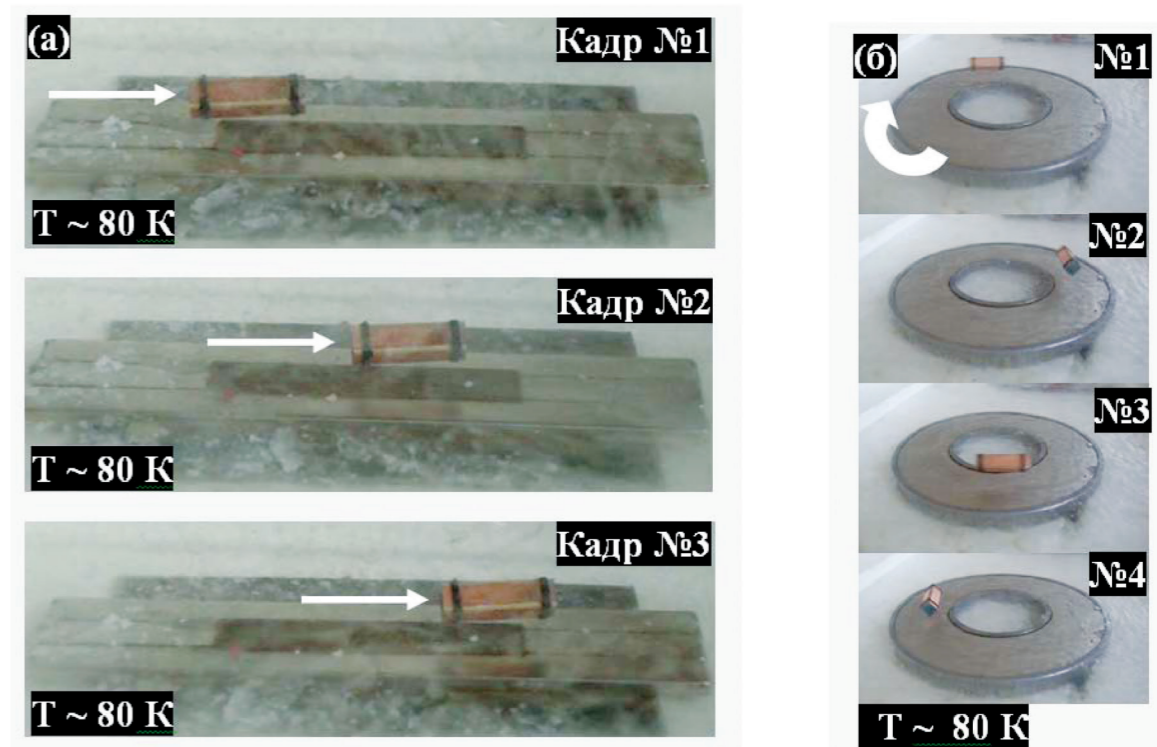
РАЗРАБОТКА УСЛОВИЙ БЕЗОПАСНОЙ ДОСТАВКИ ТЕРМОЯДЕРНОЙ МИШЕНИ В ЛАЗЕРНЫЙ ФОКУС

Подготовлены и проведены предварительные эксперименты, которые продемонстрировали стабильную левитацию сверхпроводящих образцов в виде куска ленты из ВТСП при реализации различных типов движения.

Разработана физическая модель, описывающая изменение распределения температуры криогенной топливной мишени (КТМ) с топливным слоем из твердых изотопов водорода, в процессе полета КТМ в камере реактора инерциального термоядерного синтеза (ИТС). Начата оптимизация развитой ранее модели отклика структуры слоя на внешний тепловой удар, при котором можно ожидать развития процессов, относящихся к поверхностной структурной релаксации высокодисперсного слоя (рост шероховатости слоя).

Проведен расчет условий, определяющих управление движением криогенной топливной мишени (КТМ) и сабота (носитель КТМ в инжекторе) с помощью эффекта квантовой левитации высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). Показано, что условия, определяющие возможность управления движением систем КТМ или КТМ+Сабот с помощью эффекта квантовой левитации, кардинальным образом зависят от свойств применяемых ВТСП.

Проведены предварительные эксперименты, которые продемонстрировали стабильную левитацию сверхпроводящих образцов в виде куска ленты из ВТСП типа СуперОкс J-PI-12-20Ag-20Cu либо сборного ВТСП-сабота, изготовленного из этих лент, при реализации как линейного, так и циклического движения.



ВТСП-сабот на основе Ga123-ленты для тестовых экспериментов по реализации двух основных видов движения: линейного (а) и циклического (б)

И.В.Александрова, А.А.Акунец, П.И.Безотосный, И.С.Блохин, С.Ю.Гаврилкин, О.М.Иваненко, Е.Р.Корешева, Л.Е.Кошелев, К.В.Мицен, Л.В.Панина. О применении ВТСП-лент второго поколения в системах криогенного транспорта мишеней для ИТС. – Краткие Сообщения по Физике, №11, с. 3-8, 2015

СВЯЗЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЗРЫВОЭМИССИОННЫХ ЯЧЕЕК КАТОДНОГО ПЯТНА

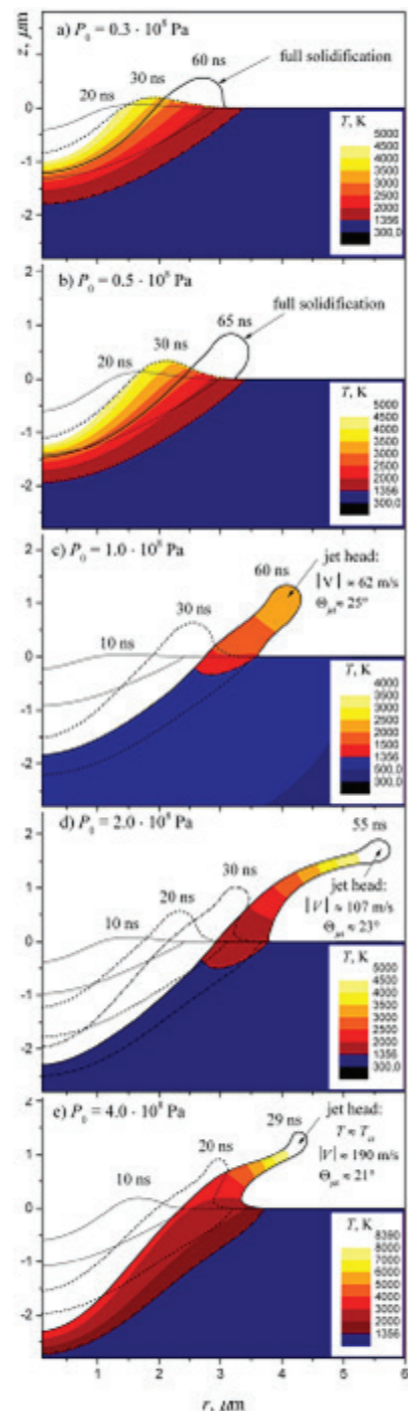
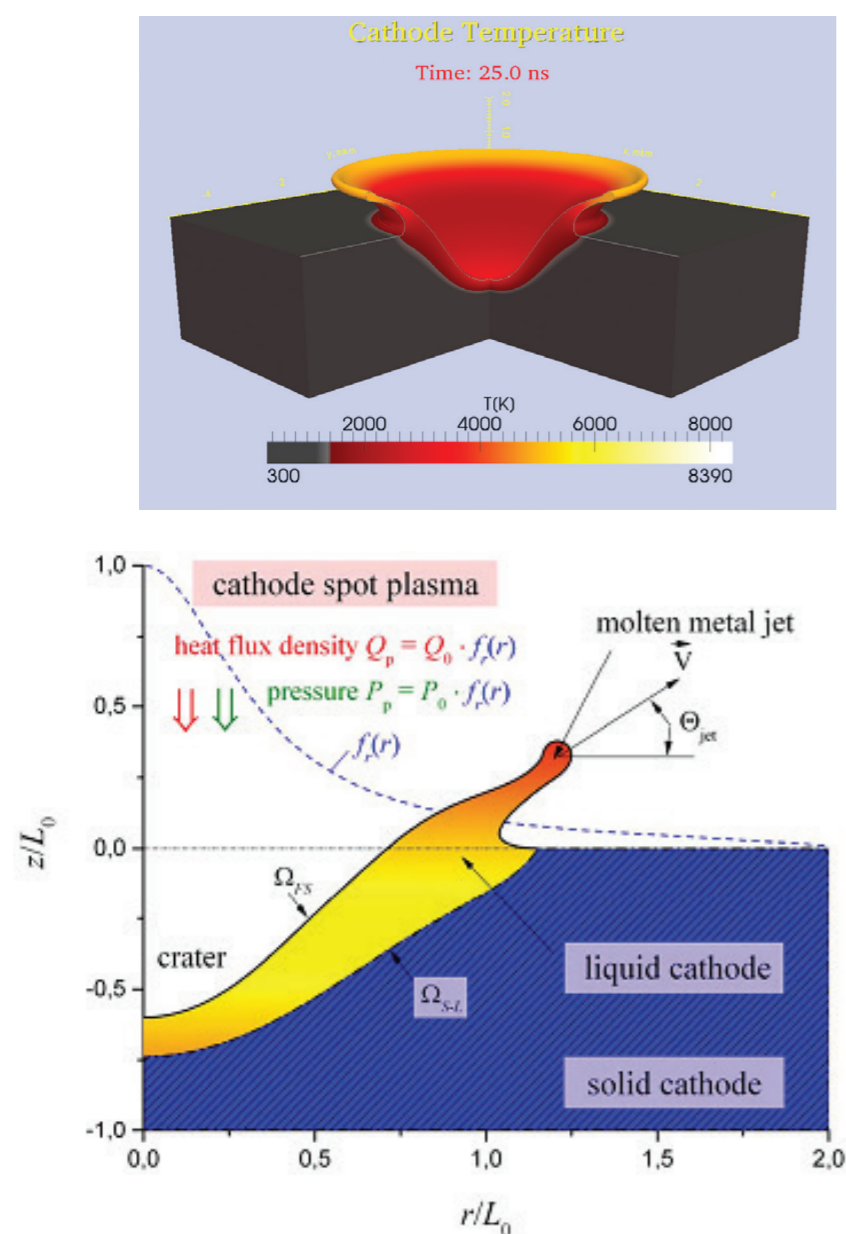
Критическое давление P_{cr} позволяет определить плотность электрического тока, исходя из силы отдачи от взрыва

$$j_c \approx P_{cr} / \frac{1}{2} v \gamma \sim 100 \text{ MA/cm}^2$$

Разработана двумерная численная модель расчета гидродинамики вытеснения распла-

вленного металла из взрывоэмиссионного кратера под действием давления плазмы и потока энергии.

Показано, что разбиение жидкометаллического края кратера на струи происходит из-за неустойчивости Рэля-Плато.



G.A. Mesyats, M.M. Tsventoukh 2015 IEEE TPS 43 3320
 G. A. Mesyats and I. V. Uimanov 2015 IEEE Trans. Plas. Sci. 43 2241
 G. A. Mesyats and N. M. Zubarev 2015 J. Appl. Phys. 117 043302

ПОДАВЛЕНИЕ КОНВЕКЦИИ ПЛАЗМЫ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ С ЧЕРЕДОВАНИЕМ ВЫПУКЛЫХ И ВОГНУТЫХ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ

Проведены первые экспериментальные исследования удержания плазмы в магнитном поле со знакопеременной кривизной силовых линий.

Установлено, что в области соответствующей среднему минимуму второго адиабатического инварианта ($J = \int v_{||} dl$) наблюдается

локальный максимум ионного тока насыщения.

В этой области, согласно развиваемой теории, может наблюдаться подавление конвективного транспорта плазмы, приводящее к пикированию конвективно-устойчивого профиля давления.

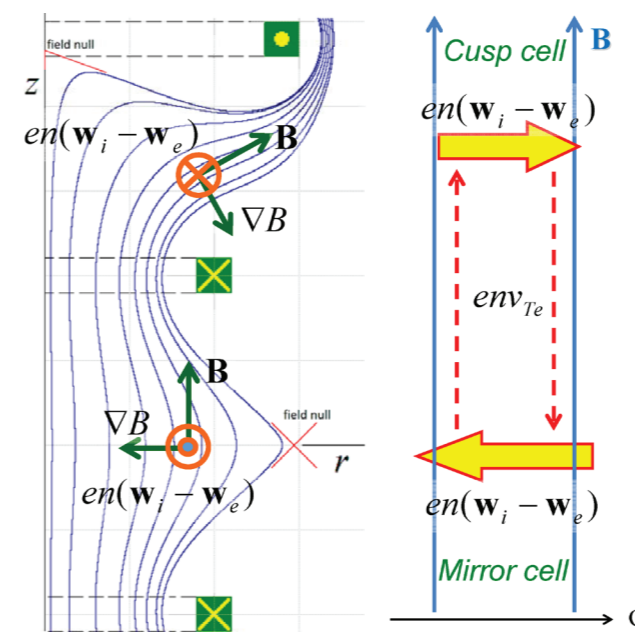
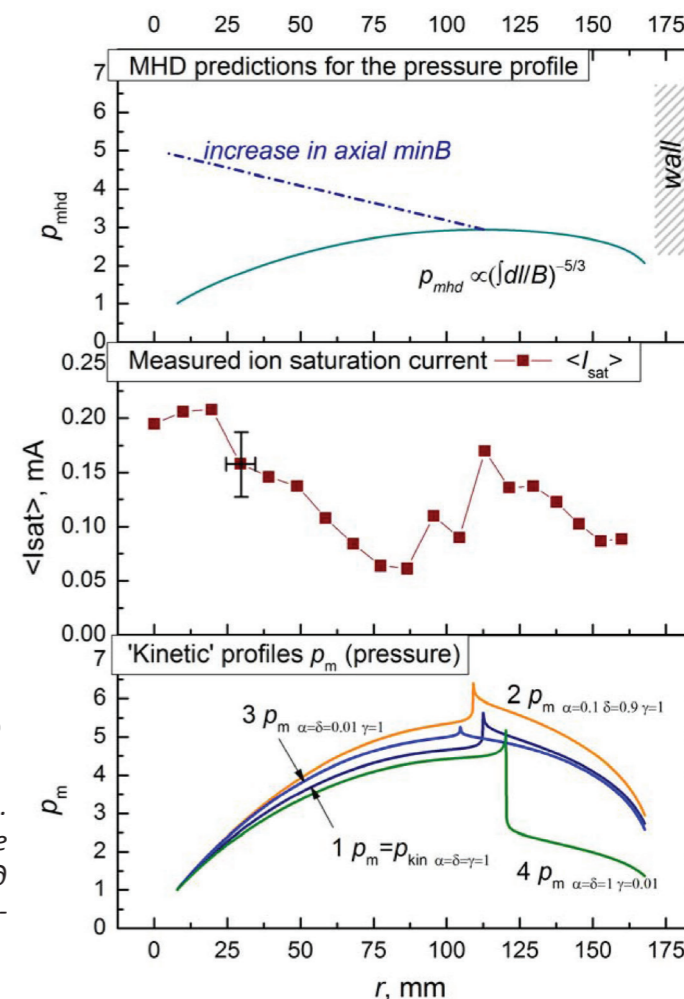


Иллюстрация стабилизирующего эффекта. Слева – магнитные силовые линии в тандеме пробкотрон–касп, справа – схематический вид замыкания дрейфовых токов в азимутальном (полюидальном) сечении

M.M. Tsventoukh, G.V. Krashevskaya, A.S. Prishvitsyn 2015 «Plasma confinement by magnetic field with convex-concave field lines» Nucl. Fusion 55 062001 (6pp)



Сравнение экспериментальных измерений и теории. Вверху – результаты, следующие из МГД описания, в центре – измеренный радиальный профиль ионного тока насыщения, внизу – результаты кинетической теории

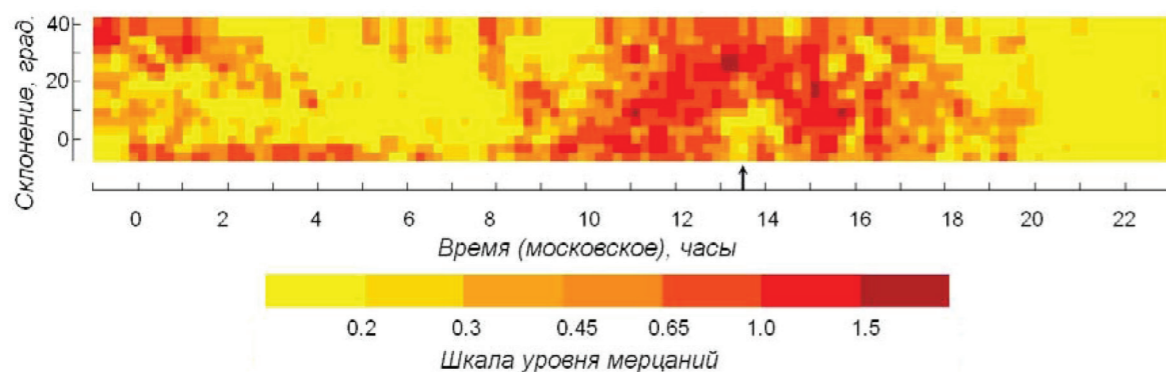
ОПРЕДЕЛЕНА ГЛОБАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ТУРБУЛЕНТНОГО СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА В МАКСИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

На радиотелескопе метровых волн БСА ФИАН создана новая 96-лучевая диаграмма направленности, предназначенная для круглосуточного наблюдения радиоисточников со склонением от -8 до +42 градусов.

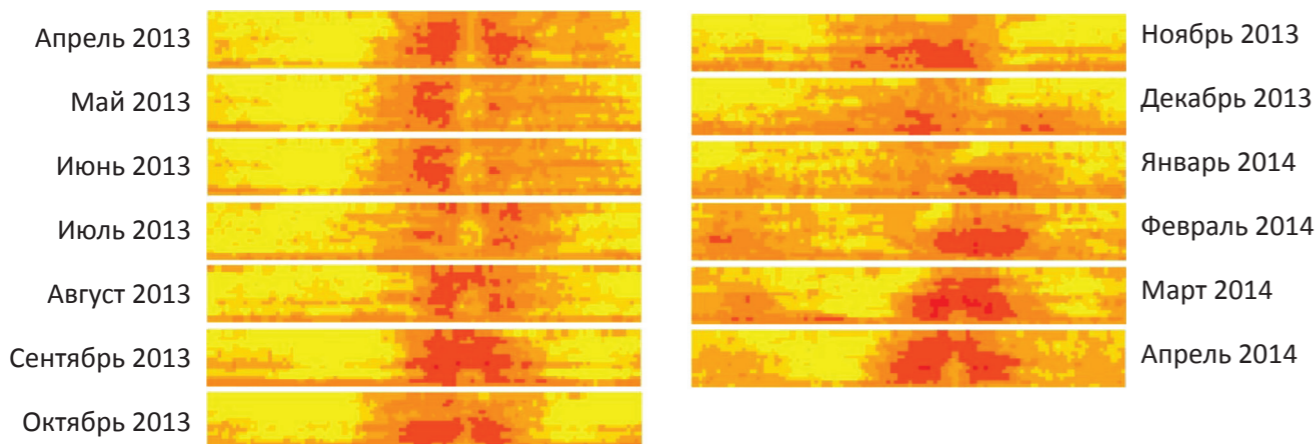
В период максимума 24 цикла солнечной активности (в 2013–2014 годах) проведен годичный цикл наблюдений около 5 000 радиоисточников (ежесуточно), мерцающих на неоднородностях межпланетной плазмы. Создано программное обеспечение, позволяющее размещать в сети Интернет в режиме реального времени данные мониторинга текущего состо-

яния межпланетной плазмы. Построены ежесуточные карты распределения значений уровня межпланетных мерцаний, которые отражают пространственную структуру турбулентного солнечного ветра.

Полученные наблюдательные данные объяснены трехкомпонентной моделью крупномасштабной пространственной структуры солнечного ветра, состоящей из стабильной глобальной компоненты, имеющей сферически симметричное распределение, распространяющихся возмущений относительно Солнца и коротирующих структур.



Карта распределения значений уровня межпланетных мерцаний 8 апреля 2014 г. Ниже показана шкала соответствия цветов на карте численным значениям уровня межпланетных мерцаний. Прохождение Солнца через диаграмму направленности отмечено стрелкой



Серия усредненных по месяцам двумерных карт распределения значений уровня межпланетных мерцаний. По оси абсцисс - московское время, от 23 часов предыдущих суток до 23 часов данных суток. По оси ординат - угол склонения от -8° до +42°

Chashei I.V., Shishov V.I., Tyul'bashev S.A., Subaev S.A., Oreshko V.V., Logvinenko S.V. Global structure of the turbulent solar wind during 24 solar activity maximum from IPS observations with the multi-beam radio telescope BSA LPI at 111 MHz. Solar Physics, 2015, V.290, P. 2577-2687

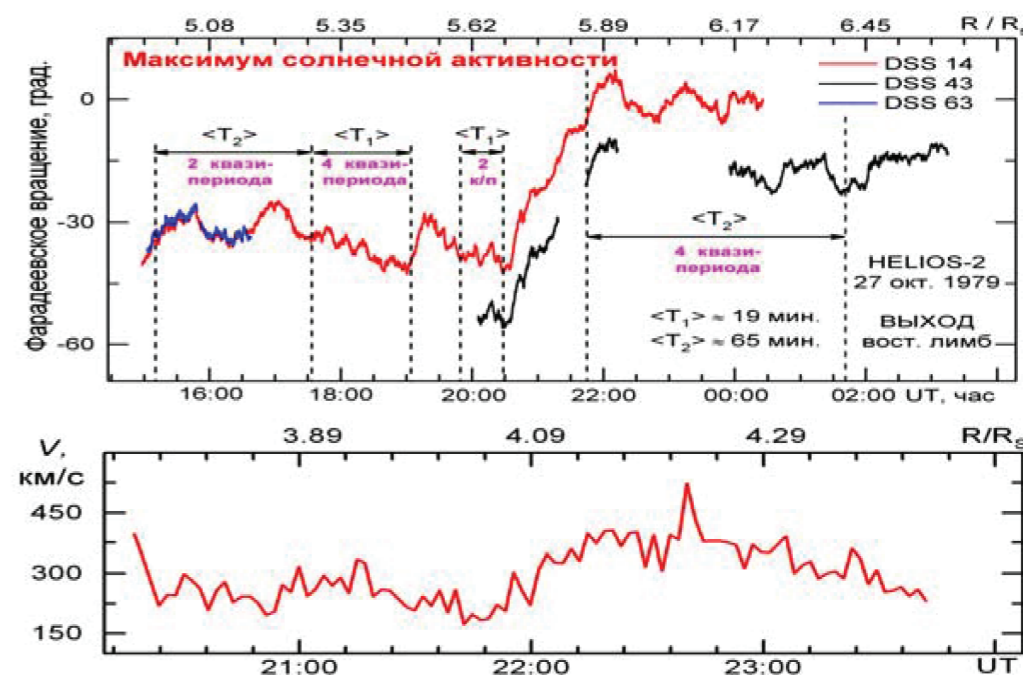
ОБНАРУЖЕНИЕ АЛЬФВЕНОВСКИХ ВОЛН В ОБЛАСТИ УСКОРЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА

Методом поляризационного радиопросвечивания, обеспечивающим изучение флуктуаций магнитного поля на предельно малых расстояниях от Солнца, обнаружены альфвеновские волны в области ускорения солнечного ветра

Проведен анализ результатов экспериментов радиопросвечивания внутреннего солнечного ветра линейно поляризованными сигналами космических аппаратов Helios-1 и Helios-2. В длительной серии измерений, охватывающей периоды минимума (1975–1976 гг.), фазы роста (1977–1978), максимума (1979) и спада (1980–1984) солнечной активности на частоте 2,3 ГГц измерялись флуктуации фарадеевского вращения плоскости поляризации просвечивающих радиосигналов. Показано, что радиальная зависимость уровня фарадеевских флуктуаций в максимуме активности (1979) оказывается существенно более сильной, чем в минимуме

(1975/1976). На всех фазах цикла примерно в 35 % случаев на фоне степенного спектра фарадеевских флуктуаций фиксируются квазипериодические флуктуации с характерными периодами около 5 минут. В 20 % случаев наблюдаются более медленные, периоды 1-3 часа, квазипериодические флуктуации. По одновременным измерениям в разнесенных наземных пунктах получены оценки скорости распространения возмущений магнитного поля в пределах 300 – 600 км/с на гелиоцентрических расстояниях 3.5 – 4.5 R_{Солнца} и уменьшении до 150- 450 км/с на расстояниях между 5.5 и 6.5 R_{Солнца}. Численные значения и характер радиальной зависимости скорости возмущений однозначно указывают на их связь с распространяющимися от Солнца альфвеновскими волнами.

(Совместно с ИРЭ РАН, Боннским и Кельнским университетами Германии).



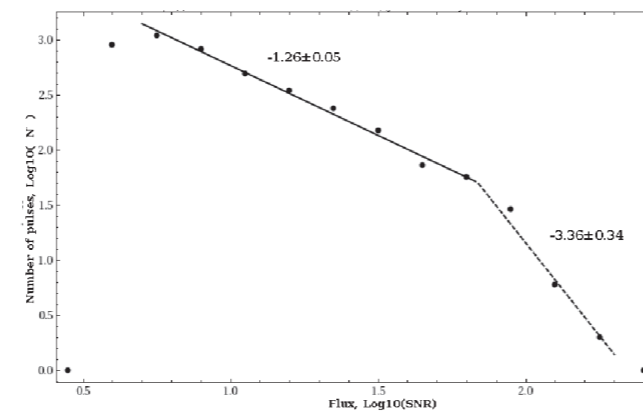
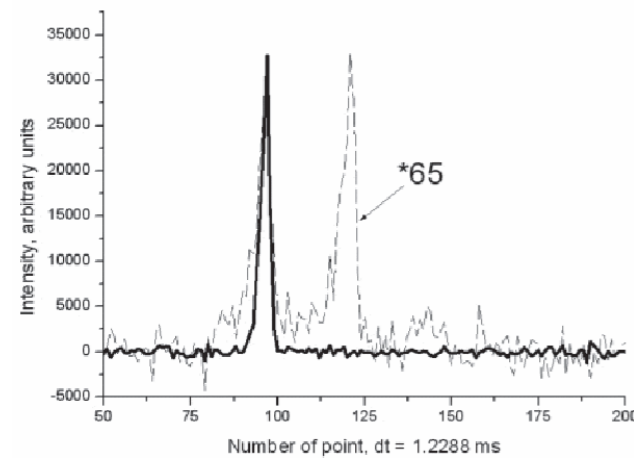
Квазипериодические возмущения магнитного поля с широким набором периодов от 5 минут до одного часа и более и скорость распространения возмущения магнитного поля в зависимости от расстояния до Солнца

Efimov A.I., Lukanina L.A., Rogashkova A.I., Samoznaev L.N., Chashei I.V., Bird, M.K., Pätzold M. Coronal radio occultation experiments with the HELIOS solar probes: correlation/spectral analysis of Faraday rotation fluctuations. Solar Physics. V.290. No.9. P.2397-2408. 2015. DOI 10.1007/s11207-015-0687-y

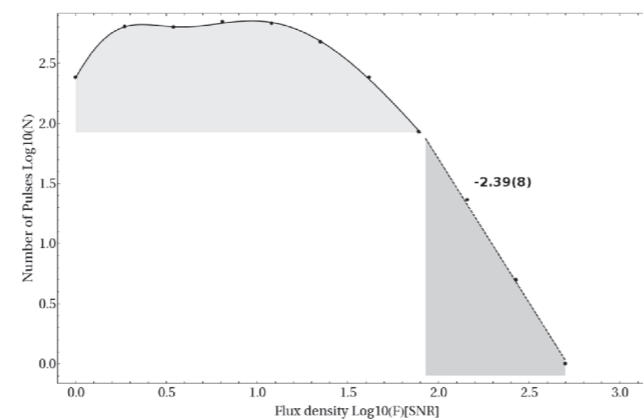
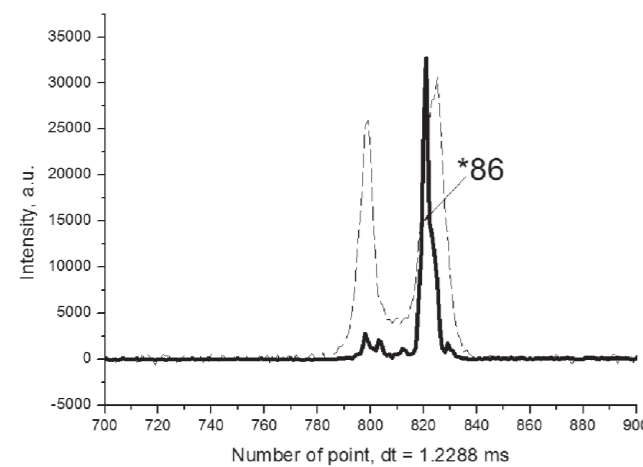
ОБНАРУЖЕНИЕ РЕГУЛЯРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ГИГАНТСКИХ ИМПУЛЬСОВ СЕКУНДНЫХ ПУЛЬСАРОВ B1237+25 и B1133+16 В МЕТРОВом ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

С 2012 г. в Пуштинской радиоастрономической обсерватории на частоте 111 МГц ведутся наблюдения по программе мониторинга как пульсаров с гигантскими импульсами (ГИ), так и по поиску новых пульсаров с ГИ. Обнаружены 2 новых пульсара с ГИ, подтверждена генерация для трех из 5 ранее известных пульсаров с ГИ и

еще один пульсар находится в числе кандидатов на подтверждение в выборке из 50 пульсаров. Высокая доля обнаружений пульсаров с ГИ в нашей программе наблюдений указывает на то, что генерация ГИ на низких радиочастотах является гораздо более частым явлением, чем это предполагалось ранее.



Слева: Пример ГИ (сплошная линия) в первой компоненте среднего профиля пульсара B1237+25 (средний профиль показан штриховой линией и увеличен в 65 раз). Справа: двухкомпонентное степенное распределение пиковой плотности потока сильных импульсов ($> 4\sigma$) из 13617 индивидуальных импульсов B1237+25



Слева: Пример ГИ (сплошная линия) во второй компоненте среднего профиля пульсара B1133+16 (средний профиль показан штриховой линией и увеличен в 86 раз). Справа: сложное трехкомпонентное распределение пиковой плотности потока выборки сильных импульсов ($> 4\sigma$) во второй компоненте из 11091 индивидуальных импульсов B1133+16

A.N. Kazantsev, V.A. Potapov. Discovery of Giant Pulses from the Pulsar B1237+25(J1239+2453), 2015, *Astronomicheskii Tsirkulyar*, vol.1620, p. 1–7, 2015

A.N. Kazantsev, V.A. Potapov. Discovery of Anomalously Strong (Giant) Pulses from the Pulsar B1133+16 (J1136+1551) at a Frequency of 111~MHz, *Astronomicheskii Tsirkulyar*, vol.1628, p. 1–8, 2015

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

Проверено одно из предположений вывода кинетического уравнения для поверхностных волн на воде с целью понять, может ли оно быть приложено к ситуациям, описываемым спектром Филипса. Оценена ширина спектральной линии в рамках исходных динамических уравнений для различных уровней нелинейности в системе, соответствующих слаботурбулентному спектру Колмогорова-Захарова ω^{-4} , спектру Филипса ω^{-5} и промежуточным случаям. Показано,

что даже в случае относительно высокой средней крутизны, когда спектр Филипса присутствует в системе, спектральные линии все еще относительно узки, по крайней мере в диапазоне спектра прямого каскада. Это позволяет заключить, что даже в случае спектра Филипса, одно из предположений, использованных для вывода кинетического уравнения Хасселмана является правильным, по крайней мере в случае умеренного обрушения волн.

A. O. Korotkevich and V. E. Zakharov, Evaluation of a spectral line width for the Phillips spectrum by means of numerical simulation, *Nonlin. Processes Geophys.*, 22, 325–335 (2015)

С 1960 года неустойчивость Бенжамина-Фейра (или модуляционная неустойчивость) рассматривается как самомодуляция огибающей волнового пакета по отношению к малым периодическим возмущениям, которые предшествуют появлению сильно локализованных волновых структур. В настоящее время универсальный характер модуляционной неустойчивости установлен в результате многочисленных физических экспериментов. Однако, даже теперь, спустя 50 лет, более реалистичные, но в тоже время сложные формы этого известного феномена (когда возмущения гораздо сложнее обычных гармонических) находящиеся на переднем

крае нелинейной волновой теории, все еще не исследованы. В данной работе мы демонстрируем доказательство существования динамики возникновения и уничтожения модуляционной неустойчивости, также называемое суперрегулярными бризерами.

Наблюдения проведены в двух различных физических областях, а именно, в оптике и гидродинамике. Основываясь на универсальной модели нелинейного уравнения Шредингера, данное междисциплинарное исследование доказывает универсальность и обратимость нелинейных волновых структур для кардинально отличных временных и пространственных масштабов.

B. Kibler, A. Chabchoub, A. Gelash, N. Akhmediev, and V. E. Zakharov. Superregular breathers in optics and hydrodynamics: Omnipresent modulation instability beyond simple periodicity. *Phys. Rev. X*, 5, 041026 (2015)

Показано, что главным физическим процессом, происходящим в случайном поле ветровых волн, является нелинейное резонансное взаимодействие квадруплетов возникших в результате накачки ветром волн. Этот факт, противоречащий общепринятым представлениям о балансе накачки волн ветром и диссипации их энергии за счет обрушения, позволяет построить стройную аналитическую слаботурбулентную теорию волнового волнения. Важнейшим ее предсказанием является существование универсального инварианта, связывающего период волн, их энергию и длительность действия ветра (или расстояние, прой-

денное волнами). Эта универсальность блестяще подтверждается анализом огромного количества накопленных за последние полвека экспериментальных данных по измерению характеристик волнения как непосредственно в океане, так и на уникальных лабораторных установках. Имеется также полное совпадение предсказаний теории с результатами многочисленных численных экспериментов по моделированию ветрового волнения. Важно, что найденный универсальный инвариант не зависит ни от силы ветра, ни от деталей возбуждения волн ветром, которые остаются до конца невыясненными.

Vladimir E. Zakharov, Sergei I. Badulin, Paul A. Hwang, Guillemette Caulliez, Universality of Sea Wave Growth and Its Physical Roots, *J. Fluid Mech.*, v. 780, pp. 503–535 (2015)

Выполнено систематическое численное исследование структур высокой завихренности, которые развиваются в трехмерных несжимаемых уравнениях Эйлера из произвольных крупномасштабных начальных условий. Мы наблюдаем как структуры высокой завихренности появляются во множестве в форме тонких листов завихренности (блинов). Наш анализ показывает самоподобную эволюцию блинов, которая управляется двумя различными экспонентами $\exp(-t/Tl)$ и $\exp(t/Tw)$, описывающими соответственно сжатие в поперечном направлении и рост завихренности,

D.S. Agafontsev, E.A. Kuznetsov and A.A. Mailybaev, Development of high vorticity structures in incompressible 3D Euler equations, *Phys. Fluids* 27, 085102 (2015), arXiv:1502.01562, dx.doi.org/10.1063/1.4927680

В рамках фокусирующего нелинейного уравнения Шредингера (НУШ), мы исследуем численно нелинейную стадию модуляционной неустойчивости конденсата. Развитие модуляционной неустойчивости ведет к формированию "интегрируемой турбулентности" [Zakharov V.E., *Stud. Appl. Math.* 122, 219–234 (2009)]. Мы исследуем временную эволюцию основных характеристик турбулентности, которые усреднены по реализациям начальных условий; начальные условия выбираются в виде конденсатного решения с наложенным на него малым случайным шумом с фиксированными статистическими свойствами.

Мы наблюдаем, как система асимптотически приближается к стационарной интегрируемой турбулентности, однако это процесс является очень долгим. Во время этого процесса моменты амплитуд, а также кинетическая и потенциальная энергии осциллируют вокруг своих асимптотических значений. Амплитуды этих осцилляций убывают со временем t как $t^{-3/2}$, фазы содержат нелинейный сдвиг фаз убывающий как $t^{-1/2}$, и частота осцилляций равна

D.S. Agafontsev, V.E. Zakharov, Integrable turbulence and formation of rogue waves, *Nonlinearity* 28, pp. 2791-2821 (2015), arXiv: 1409.4692, dx.doi.org/10.1088/0951-7715/28/8/2791

с универсальным соотношением $Tl/Tw = 2/3$. Мы связываем развитие этих структур с постепенным формированием Колмогоровского спектра энергии $E_{\{k\}} \sim k^{-5/3}$, который мы наблюдаем в полностью невязкой системе. С помощью спектрального анализа мы показываем, что перенос энергии на малые масштабы осуществляется через блинообразные структуры, которые аккумулируются в Колмогоровском интервале масштабов и эволюционируют согласно скейлингу $W_{\{max\}} \sim L^{-2/3}$ между максимумом завихренности $W_{\{max\}}$ и поперечным размером блина L .

удвоенному максимальному инкременту модуляционной неустойчивости. Эволюция спектра волнового действия также осциляторная, и характеризуется формированием степенной зависимости $k^{-\alpha}$ в малой окрестности нулевой гармоники $k=0$, с показателем степени α близким к $2/3$. Соответствующие моды вблизи $k=0$ формируют "квази-конденсат", который обладает большим волновым действием и макроскопической потенциальной энергией.

Функция плотности вероятности появления амплитуд волн (PDF) асимптотически приближается со временем к распределению Рэлея осциляторным образом. Тем не менее, в начале нелинейной стадии модуляционная неустойчивость несколько увеличивает вероятность появления волн-убийц. Это происходит в моменты времени когда модуль потенциальной энергии минимален. В это время у PDF появляются так называемые "жирные хвосты", и вероятность появления волн-убийц в 2 раза превышает таковую в асимптотическом стационарном состоянии. Представленные факты нуждаются в теоретическом обосновании.

Численно исследована статистика волн для обобщенного одномерного нелинейного уравнения Шредингера (НУШ), которое учитывает фокусирующее шести-волновое взаимодействие, затухание и накачку. Мы показываем универсальное поведение системы для области параметров когда шести-волновое взаимодействие влияют существенно только на самые большие волны. В частности, в статистически стационарном состоянии системы функция

D.S. Agafontsev, V.E. Zakharov, Intermittency in generalized NLS equation with focusing six-wave interactions, *Physics Letters A* 379 (2015) pp. 2586-2590, arXiv:1412.5574, dx.doi.org/10.1016/j.physleta.2015.05.042

Проведено сравнение двух моделей для описания гравитационных волн на поверхности глубокой воды:

- компактное уравнение Захарова для волн на воде
- полностью нелинейные уравнения в конформных переменных

Обе модели использовались для численного

A.I. Dyachenko, D.I. Kachulin and V.E. Zakharov, Freak-waves: Compact Equation vs Fully Nonlinear One, in the book "Extreme Ocean Waves", 2nd ed. Springer, E.Pelinovsky and C. Harif (Eds), pp. 23-44, (2015), DOI 10.1007/978-3-319-21575-4

Исследованы современные операционные модели предсказания ветрового волнения. Нами проведены численные эксперименты по измерению и анализу диссипации однородно-

A.I. Dyachenko, D.I. Kachulin and V.E. Zakharov, "Evolution of One-Dimensional Wind-Driven Sea Spectra", *Письма в ЖЭТФ*, V. 102(8), 577-581 (2015)

Рассмотрено одномерное кинетическое уравнение Руссо-Смереки, описывающее распространение нелинейных волн концентрации в разряженной пузырьковой жидкости. Устойчивость пузырькового потока (гиперболичность) изучена. Доказано, что гидродинамическая цепочка, связанная с кинетическим уравнением Руссо-Смереки, имеет бесконечно много локальных законов сохранения. Выведены редукции этой модели к конечно-компонентным системам. Предложена консервативная форма для этой кинетической модели и численное решение задачи Коши с непрерывными начальными данными найдено.

плотности вероятности (PDF) для амплитуд волн оказывается существенно не-Рэлеевской для больших волн, с характерными "жирными хвостами" убывающими с амплитудой A как $\exp(-g*A)$, где g – константа. Соответствующая не-Рэлеевская добавка к PDF указывает на сильную перемежаемость, исчезает в отсутствии шести-волнового взаимодействия и увеличивается с константой шести-волнового взаимодействия.

моделирования двух сильно нелинейных явлений, модуляционной неустойчивости волны Стокса и распространения бризера крутизной порядка . Показано, что компактное уравнение Захарова, хотя и является приближенным, количественно правильно описывает эти сильно нелинейные эффекты. И, таким образом, может применяться для анализа и моделирования волнения в океане.

го волнения поверхности океана с умеренной крутизной $\mu \sim 0.1$. Показано, что используемые в операционных моделях WAM3 и WAM4 механизмы диссипации чрезвычайно завышены.

Рассмотрены уравнения ассоциативности ВДВВ в четырехмерном случае. Эти нелинейные уравнения третьего порядка могут быть записаны как пара шести-компонентных двумерных недиагонализующих систем гидродинамического типа. Было доказано, что эти системы уравнений имеют согласованную пару однородных гамильтоновых структур Дубровина-Новикова (первого и третьего порядков, соответственно).

Построено многопараметрическое семейство двумерных метрик с полиномиальным первым интегралом. Такие интегрируемые геодезические потоки описываются решениями

полугамильтоновых систем гидродинамического типа. Для этой системы были найдены бесконечные наборы законов сохранения и

коммутирующих потоков, которые позволяют представить бесконечно много различных метрик методом обобщенного годографа.

А.А. Чесноков, М.В. Павлов, Кинетическое уравнение Руссо--Смереки. Законы сохранения, редукции, численные решения, *Physica D.* 303 (2015) 50-58

М. Павлов, Р. Витоло, О би-гамильтоновой геометрии уравнений ассоциативности ВДВВ, *Lett. Math. Phys.* DOI 10.1007/s11005-015-0776-8 (2015)

М.Павлов, С. Царев, Локальное описание двумерных геодезических потоков с полиномиальным первым интегралом. Принята в печать в "Journal of Physics A"

Используя комбинаторное описание, мы исследуем критическое поведение в ансамбле торических узлов и в 5-мерной калибровочной теории с точки зрения комбинаторных и вероятностных свойств пучка взаимодействующих направленных траекторий, а также устанавливаем связь данных задач с интегрируемыми моделями. Мы предлагаем два различных взгляда на производящую функцию суперполиномов торических узлов. С одной стороны, используя геометрическую интерпретацию суперполиномов в терминах обобщенной статистики путей Дика в системе «длина + площадь + уголки + баунсы» мы получаем некоторые частные выражения суперполиномов в терминах q -деформированных ортогональных полиномов. С другой стороны, эта же производящая функция может быть интерпретирована как конденсат в 5-мерной теории суперсимметричной теории Янга Миллса с дополнительным членом Черна-Саймонса. Насколько нам известно, такой взгляд на проблему вычисления суперполиномов торических узлов и ее интерпретацию является совершенно новым. В нашей работе наблюдение сделано для простейших торических узлов и интерпретация инвариантов более общих узлов в терминах конденсатов представляется очень интересным.

Рассматривается ансамбль случайных операторов, задаваемых симметричными трехдиагональными матрицами, вне диагональные элементы которых могут принимать независимо значения "1" с вероятностью q и "0" с вероятностью $1-q$. Спектральная плотность ансамбля таких операторов имеет простую теоретико-числовую структуру. Анализ хвостов спектральной плотности позволяет высказать гипотезу о том, что в пределе $q \rightarrow 1$ спектральная плотность

определяется выражением $-\log|\eta(\mu)|^{1/2}$, где η – эта-функция Дедекинда вблизи действительной оси (т.е. $\text{Im}(\tau) \sim (1-q)^2 \rightarrow 0$).

Исследование статистических свойств графов с разноцветными вершинами в последнее время становится новым популярным сюжетом теории случайных сетей. Модели, использующие представление о "цветных" графах описывают исключительно широкий класс физических систем: от оптимизации распределенных сообществ типа "производитель-потребитель" до образования новых вселенных (baby universes) в космологии и теории струн. Мы изучаем равновесные свойства эволюционирующих случайных сетей, имеющих два типа вершин, белые и черные. Эволюция сети заключается в таком переключении связей, которое ведет к увеличению числа одноцветных троек связанных вершин. При этом число связей, выходящих из каждой вершины, сохраняется. Мы обнаружили, что при увеличении (от нуля) энергии одноцветных троек связанных вершин, сеть разбивается на одноцветные кластеры (черный и белый), которые оказываются связаны между собой пучком ("струной") черно-белых связей. Удивительное наблюдение заключается в том, что данная струна остается стабильной (число связей в пучке не меняется) в широком интервале энергий одноцветных троек. Мы обсуждаем данный эффект с точки зрения перехода газ-жидкость в классической термодинамике, а так же с точки зрения теории струн. Высказывается гипотеза, что наличие широкого плато в зависимости числа черно-белых связей между кластерами от энергии одноцветных троек – есть проявление свойства "квантовой запутанности" в классической системе.

A. Avetisov, L. Nazarov, S.K. Nechaev, M.V. Tamm, A statistical model of intra-chromosome contact maps, *Soft Matter* 11 (2015), 1019-1025, 11

Imakaev, L. Mirny, S. Nechaev, Effects of topological constraints on globular polymers, *Soft Matter* 11 (2015), 665-671

Bulycheva, A. Gorsky, S. Nechaev, Critical behavior in ensembles of torus knots, submitted to *Phys. Rev. D* 92 (2015), 105006, ArXiv:1409.3350

A.Y. Grosberg, S.K. Nechaev, From statistics of regular tree-like graphs to distribution function and gyration radius of branched polymers, *J. Phys. A: Math.Gen.* 48 (2015) 345003

Для стационарных зеркальных структур, описываемых с помощью анизотропной МГД, найден вариационный принцип для трехмерной геометрии, когда поперечное и продольное давления зависят от модуля магнитного поля. Последнее возникает из решения стационарных дрейфовых кинетических уравнений для электронов и ионов с учетом электростатического поля при условии, когда функции распределения зависят от энергии и адиабатического инварианта. Численно для

двумерной геометрии (x, y) при учете эффектов конечного ионного радиуса показано, что стационарные структуры представляют собой полосы с разными значениями магнитного поля для случая, когда магнитное поле лежит в плоскости (x, y) , или в форме пузырей при B_z выше некоторого критического значения (ниже критического значения возникают полосы). При этом учет эффекта конечного ионного ларморовского радиуса приводит к поверхностному натяжению.

E.A. Kuznetsov, T. Passot, V.P. Ruban and P.L. Sulem, Variational approach for static mirror structures, 11 pages, *Phys. Plasmas*, 22, 042114 (2015)

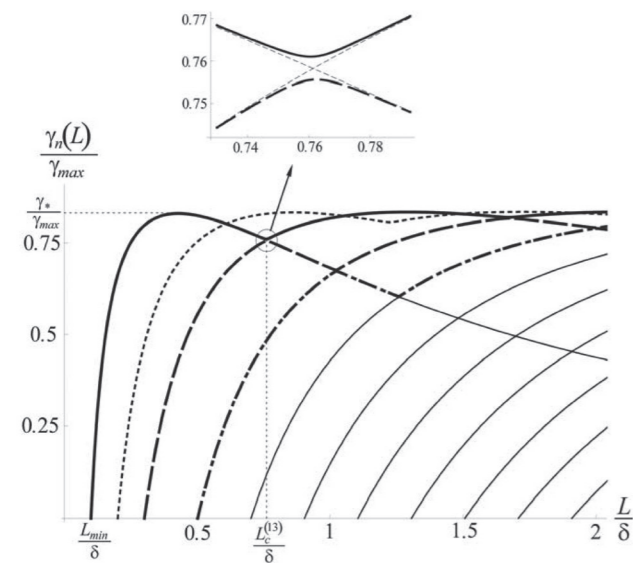
Численно изучены статистические особенности прямого каскада Крейчнана для двумерной гидродинамической турбулентности (с пространственным разрешением 8192×8192) при наличии накачки и затухания вязкого типа. Показано, что квази-ударные волны завихренности и их фурье-образы в виде джетов вносят существенное влияние на турбулентности, что проявляется в сильной зависимости от угла корреляционных функций. Распределение энергии, как функция модуля k , для всех углов в инерционном интервале имеет крейчнановское поведение, $\sim k^{-4}$, и одновременно сильно зависит от углов. Усреднение по углам

однако с высокой точностью приводит к спектру турбулентности Крейчнана $E_k = C_K \eta^{2/3} k^{-3}$, где η поток энтропии и константа Крейчнана $C_K \approx 1.3$, в полном соответствии с предшествующими численными экспериментами. Похожая ситуация имеет место для структурной функции скорости третьего порядка S_3^L , которая как и для изотропной турбулентности имеет тот же самый скейлинг, что и для изотропной турбулентности, как по отношению к расстоянию R между двумя точками \mathbf{r}_1 и \mathbf{r}_2 , так и относительно η , $S_3^L = C_3 \eta R^3$, но среднее значение по углу и времени C_3 существенно отличается от своего изотропного значения.

E.A. Kuznetsov, E.V. Sereshchenko, Anisotropic characteristics of the Kraichnan direct cascade in two-dimensional hydrodynamic turbulence, *PismaZh.ETF (JETP Letters)* 102, 870–875 (2015); arXiv:1510.09052. <http://arxiv.org/abs/1510.09052>

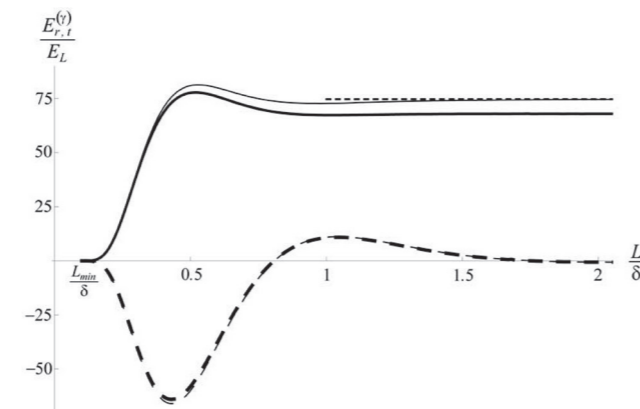
ВЫСВЕЧИВАЮЩИЕСЯ НЕУСТОЙЧИВЫЕ МОДЫ И УСИЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СЛОЕМ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАЗМЫ

Изучено взаимодействие электромагнитного излучения со слоем фотоионизированной плазмы, имеющей анизотропное распределение электронов по скоростям. Показано, что из-за развития аperiodической неустойчивости в слое происходит усиление полей высвечивающихся мод, что приводит к соответствующему увеличению, как отраженно-



Зависимости безразмерных инкрементов высвечивающихся неустойчивых мод $\gamma_n(L)/\gamma_{max}$ от безразмерной толщины слоя L/δ . Толстые кривые соответствуют модам с номерами: сплошная – $n = 1$, пунктирная – $n = 2$, штриховая – $n = 3$, штрих-пунктирная – $n = 5$; тонкие кривые отвечают модам с большими нечетным номерам. Здесь $\delta = c/\omega_L$

го, так и прошедшего через плазму полей. При этом существенное увеличение прошедшего поля возможно лишь в слое, толщина которого не больше отношения скорости света к ленгмюровской частоте электронов. Для проявления эффекта усиления отраженного сигнала ограничения на толщину слоя сверху нет.



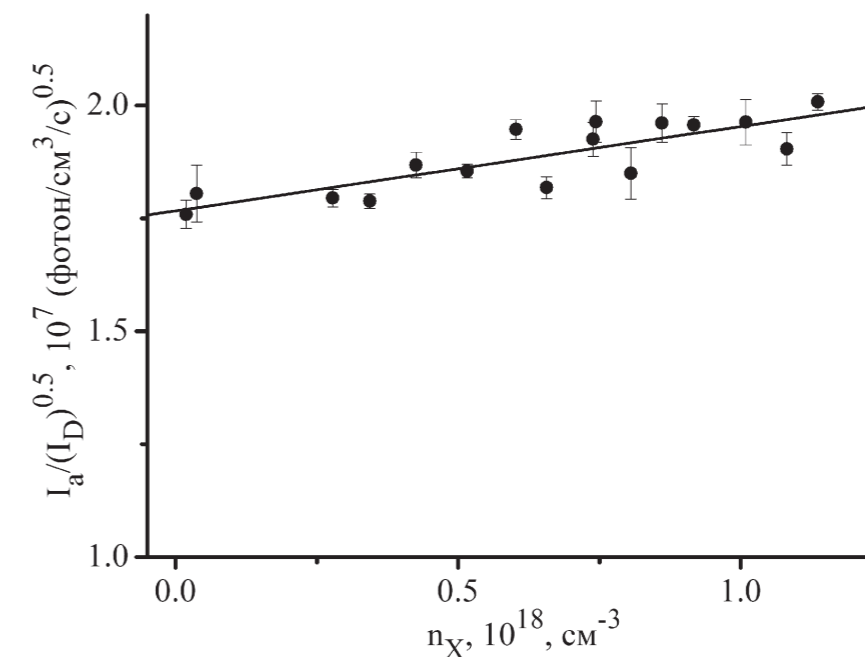
Зависимости отношений усиливающихся частей отраженного $E_{r,t}^{(v)}$ (толстая сплошная кривая) и прошедшего $E_t^{(v)}$ (толстая штриховая кривая) полей на облучаемой и не облучаемой поверхностях слоя соответственно к амплитуде внешнего поля E_L от безразмерной толщины слоя L/δ в момент времени $t = 10\tau^{-1}$. Тонкие кривые отвечают приближенным аналитическим выражениям для этих полей. Точечная кривая соответствует выражению для отраженного поля в пределе полуграниченной плазмы

Вагин К.Ю., Урюпин С.А. Физика плазмы. 2015. Т. 41. С. 808

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ С АКТИВНЫМИ ФОРМАМИ КИСЛОРОДА

Определен вклад реакции молекулярного синглетного кислорода с колебательно-возбужденной молекулой озона $O_2(a^1\Delta) + O_3(u) \rightarrow 2O_2 + O$ на темп убыли $O_2(a^1\Delta)$ в электроразрядном кислородно-йодном лазере. Показано, что эта реакция является доминирующим каналом потерь $O_2(a^1\Delta)$ на выходе электроразрядного генератора синглетного кислорода и может также давать существенный вклад в убыль $O_2(a^1\Delta)$ в разрядной зоне генератора.

Методом эмиссионной спектроскопии измерены интенсивности столкновительно индуцированного излучения синглетного кислорода $O_2(a^1\Delta)$: $O_2(a, v=0) + O_2(a, v=0) \rightarrow O_2(X, v=0) + O_2(X, v=0, 1) + h\nu$ (1) и $O_2(a) + O_2 \rightarrow O_2(X) + O_2 + h\nu$ (2). По зависимости отношения интенсивностей этих излучений от давления кислорода найдено, что константы скорости (в $cm^3 cm^{-3} s^{-1}$) процессов (1) и (2) равны соответственно $(1.54 \pm 0.23) \times 10^{-22} cm^3 cm^{-3} s^{-1}$ и $(2.74 \pm 0.4) \times 10^{-23} cm^3 cm^{-3} s^{-1}$.



Зависимость отношения интенсивности излучения на длине волны 1268 нм к суммарной интенсивности излучения СИИ на длинах волн 634 нм и 703 нм от концентрации кислорода $O_2(^3\Sigma)$

Azyazov V.N., Torbin A.P., Pershin A.A., Mikheyev P.A., Heaven M.C. Kinetics of Oxygen Species in an Electrically Driven Singlet Oxygen Generator // Chemical Physics. – 2015. – V.463. – PP.65-69.

Mikheyev P.A., Demyanov A.V., Ufimtsev N.I., Kochetov I.V., Azyazov V.N., Napartovich N.P. Oxygen assisted iodine atoms production in an RF discharge for a cw oxygen-iodine laser // Proc. SPIE. – 2015. – V.9255. – 92552F.

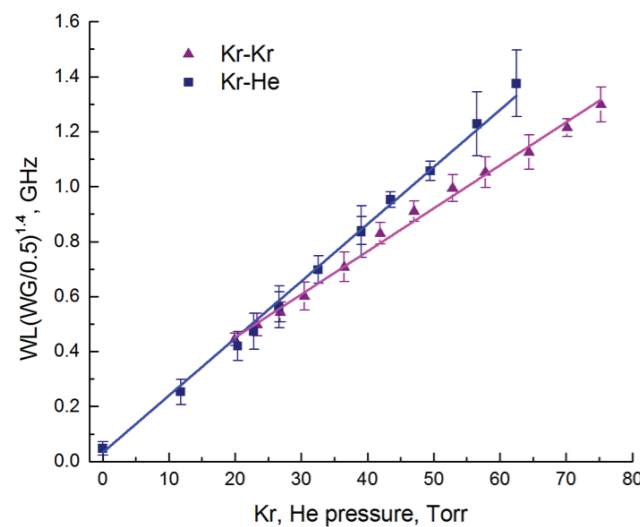
Загидуллин М.В., Хватов Н.А., Инсапов А.С. Излучение $O_2(1\Delta)$ на длине волны 1.27 мкм, индуцированное столкновениями с молекулами кислорода // Оптика и спектроскопия. – 2015. – Т.118, №5. – С.725–728

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ АКТИВНОЙ СРЕДЫ ФОТОХИМИЧЕСКОГО КИСЛОРОДНО-ЙОДНОГО ЛАЗЕРА И ЛАЗЕРА С ОПТИЧЕСКОЙ НАКАЧКОЙ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ АТОМОВ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

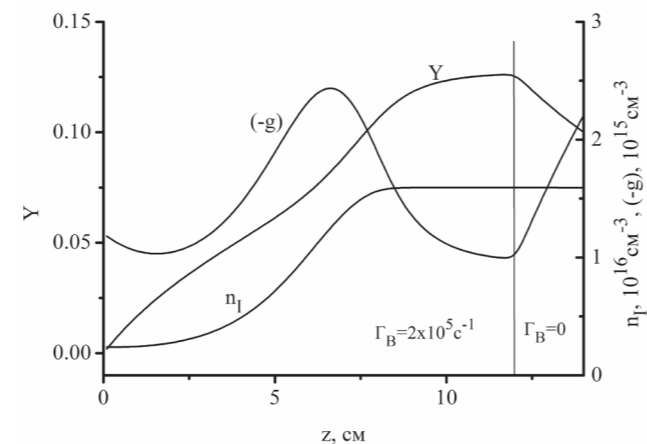
Выполнено сопряжение лазерно-диодного спектрометра с одномодовым волокном. Проведена подготовка к проведению экспериментов по получению метастабильных атомов инертных газов в пучковом разряде электроионизационного лазера. Измерен коэффициент столкновительного уширения линии Kr 811.3 нм в криптоне и гелии в плазме ВЧ разряда в природной смеси изотопов криптона. Полученные значения при 300К составляют $\xi_{\text{Kr-Kr}} = (2.4 \pm 0.2) \times 10^{-10} \text{ c}^{-1} \text{ cm}^3$ и $\xi_{\text{Kr-He}} = (3.2 \pm 0.2) \times 10^{-10} \text{ c}^{-1} \text{ cm}^3$.

Проводится анализ кинетики процессов в потоке газа $\text{O}_2\text{-I}_2\text{-He-H}_2\text{O}$, в котором после ча-

стичной фотодиссоциации молекул йода следует оптическая накачка атомов йода на переходе $^2\text{P}_{1/2} \leftarrow ^2\text{P}_{3/2}$. Таким способом в этом потоке газа можно достичь полной диссоциации молекул йода и доли синглетного кислорода $\text{O}_2(^1\Delta)$ более 10%. Далее, сформировав из этой среды сверхзвуковой поток с температурой около 100К, в ней можно достичь усиления слабого сигнала более 10^{-2} cm^{-1} на переходе $^2\text{P}_{1/2} \rightarrow ^2\text{P}_{3/2}$ атома йода. В кислородно-йодном лазере с такой средой можно получить удельную мощность около 100 Вт с поперечной площадью потока 1 cm^2 .



Отношение $WL(WG/0.5MHz)^{1/4}$ (где WL, WG – параметры Лоренца и Гаусса) от давления газа



Концентрация атомов йода (n_i), выхода молекул $\text{O}_2(^1\Delta)$ (Y), коэффициента поглощения ($-g$)

Mikheyev P.A., Chernyshov A.K., Ufimtsev N.I., Vorontsova E.A., Azyazov V.N. Pressure broadening of Ar and Kr $(n+1)s[3/2]2 \rightarrow (n+1)p[5/2]3$ transition in the parent gases and in He // J. of Quant. Spect. and Radiative Transfer. – 2015. – V.164. – PP. 1-7.

Mikheyev P.A., Chernyshov A.K., Ufimtsev N.I., Vorontsova E.A. Tunable diode-laser spectroscopy (TDLS) of 811.5nm Ar line for Ar(4s[3/2]2) number density measurements in a 40MHz RF discharge // Proc. SPIE. – 2015. – V. 9255. – 92552W.

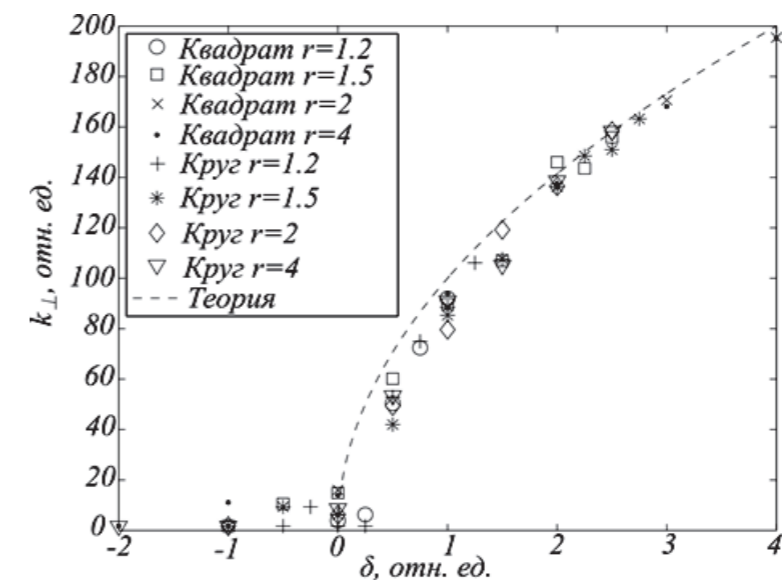
Михеев П.А. Лазеры на метастабильных атомах инертных газов с оптической накачкой // Квантовая электроника. – 2015. – Т.45. – С.704-708.

Загидуллин М.В., Малышев М.С., Азязов В.Н. Кинетика кислородно-йодной активной среды с оптической накачкой атомов йода на переходе $^2\text{P}_{1/2} - ^2\text{P}_{3/2}$ // Квантовая электроника – 2015. – Т.45, №8. – С.720-724

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ КАРТИН ОПТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ШИРОКОАПЕРТУРНЫХ ЛАЗЕРОВ

Проведено численное моделирование сложных пространственно-временных картин оптического поля широкоапертурных лазеров, включая вихревые решетки бегущие волны и их домены, спиральные волны. Показано качественное изменение наблюдаемых структур при изменении знака и величины отстройки частоты лазерной генерации в ближ-

нем и дальнем полях. Найдено аналитическое представление вихревой решетки как решение двумерной системы уравнений Максвелла-Блоха. Найдено необходимое условие возникновения и тип колебаний в такой решетке. Найдена частота колебаний решетки. Численное моделирование подтвердило аналитические результаты.



Зависимость поперечной составляющей волнового числа от частотной отстройки для различных накачек на круглой и квадратной апертурах

Anchikov D.A., Pakhomov A.V., Krents A.A., Molevich N.E. Secondary Instabilities of Steady Stationary Solution in Wide-aperture Lasers with Negative Detuning // PIERS Proceedings, July 6-9, 2015, Prague, Czech Republic. – P.1702-1705.

Krents A.A., Pakhomov A.V., Anchikov D.A., Molevich N.E. Spontaneous Formation of Square Optical Vortex Lattice in a Transverse Section of Broad-area Laser // PIERS Proceedings, July 6-9, 2015, Prague, Czech Republic. – P.1494-1497.

Pakhomov A.V., Krent, A.A., Anchikov D.A., Molevich N.E. Self-organizing And Filamentary Behaviour in Broad-area Lasers // PIERS Proceedings, July 6-9, 2015, Prague, Czech Republic. – P.888-891.

Кренц А.А., Анчиков Д.А., Пахомов А.В., Молевич Н.Е. Формирование квадратной решетки оптических вихрей в результате четырехволнового взаимодействия в модели широкоапертурного лазера // Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та. – 2015. – №4. – 154342(3)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МГД ВОЛН В ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕМ ИОНИЗОВАННОМ ГАЗЕ

Проведено исследование особенностей квазирезонансных параметрических взаимодействий МГД волн в тепловыделяющем ионизованном газе. Получены укороченные уравнения, описывающие параметрическое взаимодействие магнитоакустических и альфвеновских волн. Найдены параметрические инкременты,

условия параметрического усиления и генерации альфвеновских волн. Установлены области значений параметра бета (отношение магнитного давления к акустическому), при которых возможна параметрическая перекачка энергии от неустойчивых магнитоакустических мод к альфвеновским (с усилением последних).

Zavershinskiy D. I., Molevich N. E. Parametrical amplification of Alfvén waves in heat-releasing ionized media with magnetoacoustic instability // *Astrophysics and Space Science*. – 2015. – V.358:22 – №.1.

Zavershinskiy D.I., Molevich N.E., Ryashchikov D.S. Structure of Acoustic Perturbations in Heat-Releasing Medium // *Procedia Engineering*. – 2015. – T.106. – C.363-367.

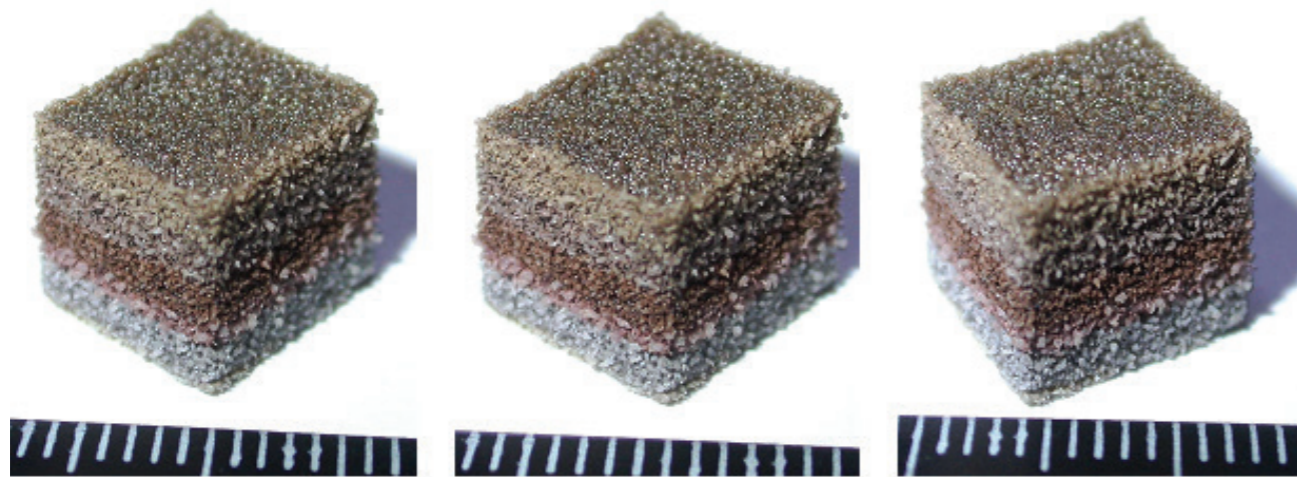
Ryashchikov D.S., Molevichand N.E., Zavershinskiy D.I. Magnetoacoustic nonlinear waves in a heat-releasing plasma // *AIP Conf. Proc.* – 2015. – V.1685. – 060002

СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СПЕКАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА И БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ СТРУКТУР С НАНО РАЗМЕРНЫМИ ДОБАВКАМИ

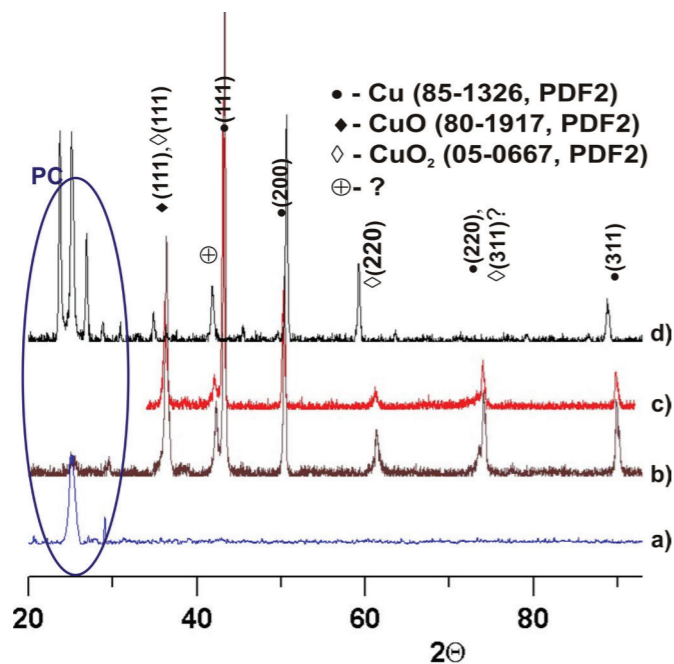
Впервые для выбранных материалов: биорезорбируемый поликапролактон /ПКЛ/ + ферромагнитные наночастицы Fe_xO_y , где $x, y = 0, 1, 2, 3$ и биосовместимый полиэфирэфиркетон /ПЕЕК/ + высокотемпературная сверхпроводящая керамика (ВСПК) – феррошпинели $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ найдены оптимальные режимы селективного лазерного спекания (СЛС) для получения функционально-градиентных 3D изделий. Показано (оптическая металлография), что исходные нано магнитные частицы, в основном, сохраняют свои начальные размеры, однако в полимерной матрице наблюдается их незначительная агрегация. Такие ферромагнитные наночастицы обладают уникальной возможностью локального нагрева тканей (магнитная гипертермия) у онкологических больных и имеют большую перспективу в медицине для тканевой инженерии и в системах доставки лекарств.

Впервые были найдены оптимальные режимы СЛС и созданы внешний вид 3D изделий в системе - матричный полимер (поликарбонат - PC) + нано размерный каталитический наполнитель (Cu/CuO или Ni/NiO). После каталитических испытаний меняются состав и, возможно, свойства катализатора (нано оксид меди) и его полимерного носителя (данные РФА). Экспериментально исследована кинетика реакции гидрирования гексина-1 на нанокомпозитном катализаторе (PC + Cu/CuO), содержащем наночастицы меди. Показано, что энергия активации изученной реакции сопоставима с энергией активации процесса каталитического гидрирования непредельных углеводородов при использовании кобальтомолибденовых катализаторов, которые значительно дороже. Также показано, что теплоты адсорбции исследованных тестовых соединений (СЛС смеси полимер + нано Cu/CuO) увеличиваются в ряду: непредельные углеводороды- н-алканы – бензол – н-спирты.

Образец ID	Размер - d , nm	Плотность - ρ , g/cm ³	РФА, в %, курсив – по магнитным измерениям	σ_s , emu/g / σ_s , emu /g est. по РФА	Намагниченность, σ_r , emu/g,	Магнит. поле, H_c , Oe	ВЕТ4, S, m ² /g
1	2	3	4	5	6	7	8
Fe02	-- /235	5.48	60% magnetite Fe_3O_4 (76-1849), 30 Fe_2O_3 (73-2234), 10 Fe (06-0696)	62.0/ --	4.63	226	4.65±0.71
Fe03	-- /135	5.37	50% hematite Fe_2O_3 (24-0072), 5 Fe (06-0696), 35 Fe_3O_4 (76-1849), 10 Fe_2O_3 (73-2234)	33.7/ --	6.49	292	8.17±0.36
Fe04	-- /113	4.97	97.5% γ Fe_2O_3 (39-1346), 2.5 Fe (06-0696)	80.6 / 83.4	18.5	175	10.7±0.21
Fe05	-- /155	5.35	92.3% Fe_3O_4 (75-0033), 4.6 Fe (06-0696); 3.1 γ Fe_2O_3 (39-1346) + unidentified phase	91.9 / 82.7	15.2	191	7.27±0.48
Fe06	-- /140	5.10	54.2% γ Fe_2O_3 (39-1346), 43.9 Fe_3O_4 (75-0033), 1.9 Fe (06-0696)	83.3 / 83.0	16.3	175	8.52±0.27
Fe07	-- /42	5.22	100% Fe_3O_4 (75-0033)	76.0/ --	27.8	219	27.3±0.40



Подготовленные образцы ФГ изделий: 10x10 мм: а) ПКЛ+FO2; б) ПКЛ+FO6; в) ПКЛ+SrFe12O19.
Условия послойного синтеза ФГ образцов при диаметре пятна $d_b = 50$ мм (а-б): $P = 1.6$ W;
 $V = 31.6$ cm/s; в) $P = 4.7$ W; $V = 15.8$ cm/s.



РФА - качественное сравнение пиков nano оксидов меди до и после каталитических испытаний:
а) РФА чистого полимера (PC) без лазерной обработки; б) РФА PC + nano медь без лазерной обработки;
в) РФА PC + nano/медь после ЛО, монослои и 3D изделия; д) РФА PC + nano/медь после лазерной обработки
и после катализа

Shishkovsky I., Sherbakov V., Morozov Yu. Layerwise laser-assisted sintering and some properties of iron oxide core/PEEK shell magnetic nanocomposites // Microelectronic Engineering. – 2015. – V.146. – PP.85-91.

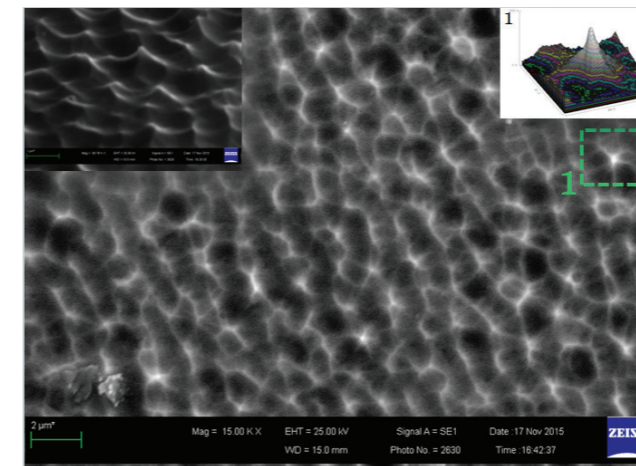
Shishkovsky I., Nagulin K., Sherbakov V. Study of biocompatible nano oxide ceramics, interstitial in polymer matrix during laser-assisted sintering // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2015. – V.78, Iss.1-4. – PP.449-455.

Митина Е.Г., Филимонов Н.С., Шафигулин Р.В., Буланова А.В., Шишковский И.В., Морозов Ю.Г. Исследование каталитической активности наночастиц меди в реакции гидрирования гексина-1. // Вестник СамГУ. 2015. N10 (132). с. 151-159

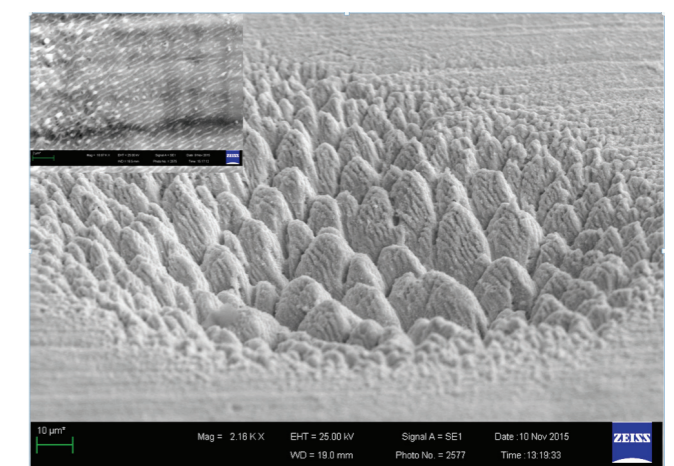
ПОЛУЧЕНИЕ УПОРЯДОЧЕННЫХ СТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ В КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЯХ

В работе экспериментально показана роль формирования оксидной пленки на поверхности мишени на рост поверхностных структур при лазерной абляции титана излучением пикосекундного Nd:YAG лазера в этиловом спирте с содержанием 5% воды. Получены поверхностные структуры Ti с отрицательной кривизной грани после травления облученной оксидной пленки смесью кислот $\text{HNO}_3 + \text{HF}$.

Методом пикосекундной лазерной абляции в среде жидкого аргона реализованы поверхностные структуры на образцах Ti, Ni, Mo, FeNi, Ti3K4. В случае Ni и Mo поверхностные структуры покрыты поверхностно периодическими структурами с периодами порядка λ и $\lambda/2$ на периферии лазерного пятна с поворотом структур на 90° .



СЭМ изображение поверхности титановой подложки после облучения излучением пикосекундного Nd:YAG лазера ($\lambda=1.064$ мкм, $\tau=250$ пс, $Q_5=0.2$ Дж/см², $f=20$ Гц, 100 имп.) в $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}+5\%\text{H}_2\text{O}$ и травления смесью $\text{HNO}_3 + \text{HF}$. Врезка справа – структуры под углом 45° , слева – 3D модель области 1



СЭМ изображение под углом 45° поверхности Ni подложки после облучения излучением пикосекундного Nd:YAG лазера ($\lambda=1.064$ мкм, $\tau=250$ пс, $Q_5=0.25$ Дж/см², $f=20$ Гц, 500 имп.) в жидком аргене. Врезка – увеличенная область ППС на периферии пятна. Период ППС 0.47 мкм

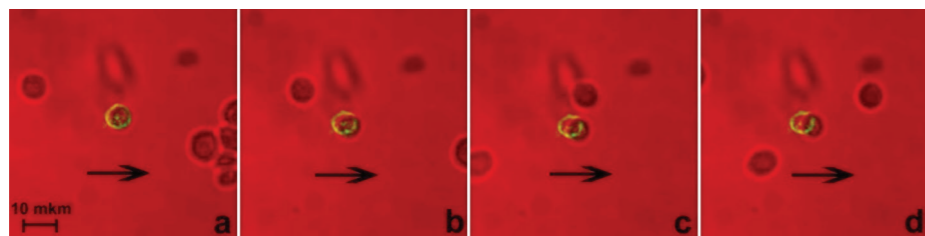
Казакевич П.В., Ярьско П.С., Казакевич В.С. Низкотемпературная камера для регистрации оптических спектров поглощения коллоидов наночастиц металлов в криогенных жидкостях // ПТЭ – 2015. – № 2. – С.133–135.

Способ локального удаления электропроводного оксидного слоя с диэлектрической подложки: положительное решение по заявке №2014129151/07 от 16.10.2015 Россия: МПК H05K3/02; C03C23/00 / Мордовин Г.А., Кобелева Т.К., Казакевич П.В., Казакевич В.С. (Россия); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук. – №2014129151/07; заявл. 15.07.2014

УПРАВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПОЛЕЙ СО СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

Определены условия формирования световых продольных отрезков и полых световых пучков с помощью ЖК фокусатора, представляющих интерес для реализации 3-х мерных оптических ловушек. Показано, что за счет изменения прикладываемых напряжений к контактам ЖК фокусатора можно управлять геометрическими параметрами световой трубки и светового отрезка, а также энергетическими характеристиками формируемых полей. Экспериментально продемонстрирована возмож-

ность оптической манипуляции микрообъектами биологического происхождения с помощью ловушек управляемой формы, созданных с помощью ЖК фокусатора. На основе оптики спиральных пучков света сформированы и экспериментально исследованы три типа двухлепестковых световых полей с быстрым вращением распределения интенсивности, представляющие интерес для локализации глубины залегания наноразмерных светящихся объектов в спектроскопии одиночных молекул.



Эксперимент по захвату и удержанию контурной ловушкой одиночной клетки дрожжей. Стрелка показывает направление перемещения столика микроскопа



Параметр вращения $\vartheta_0=2$ Параметр вращения $\vartheta_0=4$ Параметр вращения $\vartheta_0=4$

Распределение интенсивности и фазы в плоскости фазового фильтра для создания двухлепестковых полей с вращением интенсивности

Kotova S.P., Mayorova A.M. and Samagin S.A. Tunable 4-channel LC focusing device: summarized results and additional functional capabilities // Journal of Optics. – 2015. – V.17, N5. – 055602 (12 pp).

Korobtsov A., Kotova S., Losevsky N., Mayorova A., Samagin S. and Volostnikov V. Capture of microscopic objects by contour optical traps formed by 4-channel liquid crystal modulator // J. Phys.: Conf. Ser. – 2015. – V.605. – 012007

Razueva E., Krutov A. and Abramochkin E. Definition of the waist plane for general astigmatic Gaussian beams // Optics Letters. – 2015. – V.40. – N 9. – P.1936-1939.

Volostnikov V.G., Vorontsov E.N., Kotova S.P., Losevskiy N.N. and Prokopova D.V. A Diffraction Element Used to Evaluate the Depth of Bedding of Nano-Sized Radiating Objects // EPJ Web of Conferences – 2015. – V. 103. – 10007(2).

Razueva E. and Abramochkin E. Fast Rotating Spiral Light Beams // EPJ Web of Conferences. – 2015. – V.103. – 10011(2).

Котова С.П., Майорова А.М., Самагин С.А. Анализ световых полей, формируемых ЖК фокусатором, применительно к задачам трехмерной оптической манипуляции // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т.58, №10. – С.22-28.

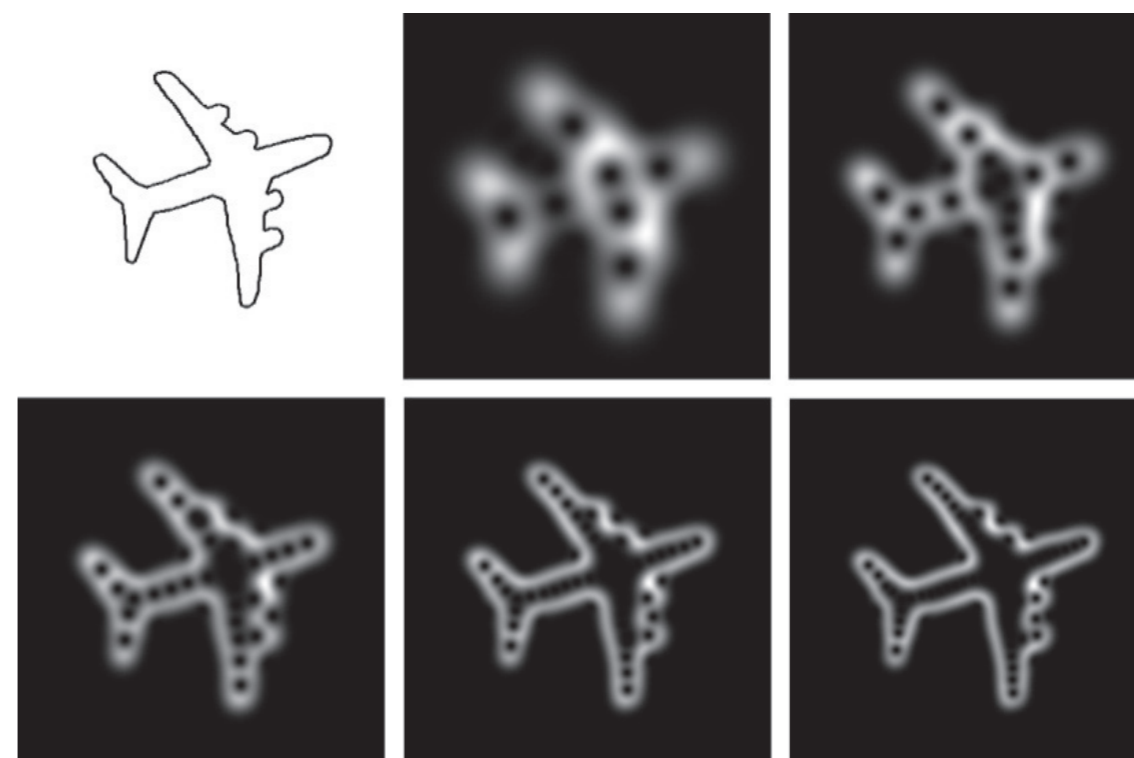
Волостников В.Г., Воронцов Е.В., Котова С.П., Лосевский Н.Н., Проконова Д.В. Генерация вращающихся двухлепестковых световых полей // Известия ВУЗов. Физика. – 2015. – Т.58, №11/3. – С.73-76.

Kotova S.P., Samagin S.A., Pozhidaev E.P., and Kiselev A.D. Light modulation in planar aligned short-pitch deformed-helix ferroelectric liquid crystals // Physical Review E. – 2015. – V.92. – 062502. DOI: 10.1103/PhysRevE.92.062502

РАЗВИТИЕ МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ КОНТУРОВ ПОСРЕДСТВОМ ОПТИКИ СПИРАЛЬНЫХ ПУЧКОВ

В данной работе было продолжено развитие метода по распознаванию контуров при помощи спиральных пучков света. Предлагаемый подход лежит в сфере контурного анализа, в рамках которого объекты на исследуемом изображении отождествляются со своими контурами границ. Свойство кванто-

вания спиральных пучков позволяет добиться различных степеней детализации получаемых объектов за счет вариации параметров квантования. Проведены численные эксперименты, которые с достаточной степенью соответствия подтвердили работоспособность и эффективность метода.



Спиральные пучки в форме самолета для значений параметра квантования $Nq = 7, 15, 30, 45, 60$

Волостников, В.Г. Орбитальный угловой момент светового поля как суперпозиции мод Эрмита-Гаусса / В.Г. Волостников // Компьютерная оптика. – 2015. – Т.39, №4. – С.459-461



Борис Зиновьевич КАНЕВСКИЙ
Юрий Юрьевич КОВАЛЕВ
 награждены Медалью ордена
 «За заслуги перед Отечеством» II степени

Золотая медаль имени Н.Г. Басова 2015 года присуждена
Юрию Михайловичу ПОПОВУ

Орденом Дружбы награждены
Владимир Владимирович АНДРЕЯНОВ
Сергей Федорович ЛИХАЧЕВ

Большая золотая медаль им. Ломоносова РАН 2015 присуждена
Леониду Вениаминовичу КЕЛДЫШУ
проф. Полу КОРКУМУ (Канада)

Премия им. И.Е.Тамма РАН 2015 года присуждена
Михаилу Андреевичу ВАСИЛЬЕВУ

Премия Правительства Москвы молодым ученым за 2015 год
присуждена сотрудникам отдела люминесценции им.С.И. Вавилова
А.А. Ващенко
А.В. Кацабе
С.А. Амброзевичу

Результаты: 967
 (из Web of Science Core Collection)

Вы искали: Адрес: (Lebedev Physical Institute)
 Уточнено по: ГОДЫ ПУБЛИКАЦИИ: (2015)
 Период: Все годы.
 Указатели: SGI-EXPANDED, SSCI, AHCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI.
 ...Меньше
 Создать оповещение

Уточнение результатов

Искать в результатах...

Категории Web of Science

- PHYSICS PARTICLES FIELDS (258)
- PHYSICS MULTIDISCIPLINARY (215)
- ASTRONOMY ASTROPHYSICS (209)
- PHYSICS APPLIED (118)
- OPTICS (111)

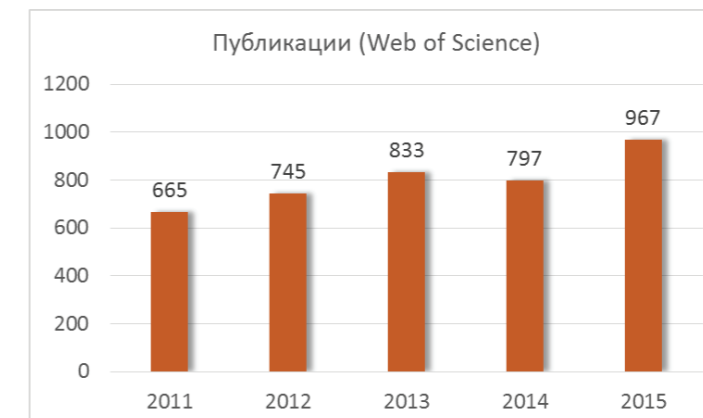
дополнительные параметры / значения... **Уточнить**

Сортировать по: **Дата публикации – с последней до самой ранней** | Страница 1 из 97

Выбрать страницу | Сохранить в EndNot... | Добавить в список отмеченных публикаций

Анализ результатов
 Создание отчета по цитированию

- Determination of the Ratio of b-Quark Fragmentation Fractions $f(s)/f(d)$ in pp Collisions at root $s=7$ TeV with the ATLAS Detector**
 Автор: Aad, G.; Abbott, B.; Abdallah, J.; и др.
 Групповые авторы: ATLAS Collaboration
 PHYSICAL REVIEW LETTERS. Том: 115. Выпуск: 26. Номер статьи: 262001. Опубликовано: DEC 30 2015.
 Полный текст от издателя | Просмотреть аннотацию | Количество цитирований: 0 (из Web of Science Core Collection) | Показатель использования
- Model-independent confirmation of the $Z(4430)(-)$ state**
 Автор: Aaij, R.; Adena, B.; Adinolfi, M.; и др.
 Групповые авторы: LHCb Collaboration
 PHYSICAL REVIEW D. Том: 92. Выпуск: 11. Номер статьи: 112009. Опубликовано: DEC 29 2015.
 Полный текст от издателя | Просмотреть аннотацию | Количество цитирований: 1 (из Web of Science Core Collection) | Показатель использования
- Luminescence of the $O-2(a^1\Delta(g))J(2)$ collisional complex in the temperature range of 90-315 K: Experiment and theory**
 Автор: Zagidullin, M. V.; Pershin, A. A.; Azyazov, V. N.; и др.
 JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS. Том: 143. Выпуск: 24. Номер статьи: 244315. Опубликовано: DEC 28 2015.
 Полный текст от издателя | Просмотреть аннотацию | Количество цитирований: 0 (из Web of Science Core Collection) | Показатель использования
- Optical Tamm state and giant asymmetry of light transmission through an array of nanoholes**
 Автор: Klimov, Vasily V.; Treshin, Ilya V.; Shalin, Alexander S.; и др.
 PHYSICAL REVIEW A. Том: 92. Выпуск: 6. Номер статьи: 063842. Опубликовано: DEC 28 2015.
 Полный текст от издателя | Просмотреть аннотацию | Количество цитирований: 1 (из Web of Science Core Collection) | Показатель использования



Публикации ФИАН, согласно базе данных Web of Science



Цитирование работ ФИАН (в базе данных Web of Science – статьи только после 1980 года)

Scopus Scopus SciVal Register Login Help

Search Alerts Lists My Scopus

AFFILORG (lebedev physical institute) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015))

882 document results

Search within results...

Refine

Year: 2015 (882)

Author Name: Anderson, J. (115), Bianchini, L. (115), Peiris, K. (114), Vorobyev, A. (112), Leiz, T. (112)

Subject Area: Physics and Astronomy (618), Engineering (136), Materials Science (108), Earth and Planetary Sciences (79), Mathematics (67)

Document Type: Article, Conference Paper, Review, Article in Press, Erratum

Source Title: 882 document results

Keyword

Affiliation

Country/Territory

Source Documents

Journal Of High Energy Physics 71

Physics Letters Section B Nuclear Physics 45

Bulletin Of The Lebedev Physics Institute 44

Physics Procedia 34

Physical Review D Particles Fields 31

European Physical Journal C 29

JETP Letters 29

Journal Of Experimental And Theoretical Physics 27

Journal Of Russian Laser Research 27

Journal Of Physics Conference Series 23

Physical Review Letters 20

Proceedings Of SPIE The International Society For Optical Engineering 19

Astronomy And Astrophysics 16

Plasma Physics Reports 16

Astronomy Reports 15

Semiconductors 14

Laser Physics Letters 13

Physica Scripta 12

Scopus SciVal Register Login Help

Search Alerts Lists My Scopus

Analyze search results

AFFILORG (lebedev physical institute) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015))

882 document results

Year Source Author Affiliation Country/Territory Document type Subject area

Affiliation Documents

PN Lebedev Physics Institute, Russian Academy of Sciences 834

National Research Nuclear University MEPhI 249

Lomonosov Moscow State University 239

Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare, Frascati 214

Laboratori Nazionali di Frascati di INFN 195

European Organization for Nuclear Research 176

Rutherford Appleton Laboratory 170

Institut fiziki vysokikh energii 168

Alkhanov Institute for Theoretical and Experimental Physics 165

Petersburg Nuclear Physics Institute PNPI 164

Massachusetts Institute of Technology 159

Universita degli Studi di Roma La Sapienza 156

Moscow Institute of Physics and Technology 153

Joint Institute for Nuclear Research 150

Universita degli Studi di Genova 146

Alma Mater Studiorum Universita di Bologna 146

Universita di Pisa 146

Universitat Hamburg 132

Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations

PN Lebedev Physics Institute, Russian Academy of Sciences 834

National Research Nuclear University MEPhI 249

Lomonosov Moscow State University 239

Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare, Frascati 214

Laboratori Nazionali di Frascati di INFN 195

European Organization for Nuclear Research 176

Rutherford Appleton Laboratory 170

Institut fiziki vysokikh energii 168

Alkhanov Institute for Theoretical and Experimental Physics 165

Petersburg Nuclear Physics Institute PNPI 164

Massachusetts Institute of Technology 159

Universita degli Studi di Roma La Sapienza 156

Moscow Institute of Physics and Technology 153

Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 150

Universita degli Studi di Genova 146

Alma Mater Studiorum Universita di Bologna 146

Universita di Pisa 146

Universitat Hamburg 132

ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИЙ В СОВЕТАХ ФИАН В 2015

Диссертационный совет Д 002.023.01

Диссертационный совет Д 002.023.02

Диссертационный совет Д 002.023.03

Диссертационный совет Д 002.023.04

В 2015 в диссертационных советах ФИАН состоялось 20 защит диссертаций
4 – докторских; 16 – кандидатских

1	Золотько А.С.	1955	01.04.05	ФИАН
2	Кубанкин А.С.	1981	01.04.07	-----
3	Чернега Н.В.	1962	01.04.05	ФИАН
4	Тюльбашев С.А.	1965	01.03.02	ФИАН

1	Азаркин М.Ю.	1987	01.04.16	ФИАН
2	Батурин В.С.	1986	01.04.02	ФИАН
3	Жиляев П.А.	1998	01.04.07	-----
4	Киракосян М.Р.	1984	01.04.02	ФИАН
5	Кириченко М.Н.	1987	01.04.05	ФИАН
6	Киняевский И.О.	1987	01.04.21	ФИАН
7	Кузьмичева Т.Е.	1987	01.04.07	ФИАН
8	Разуева Е.В.	1978	01.04.05	ФИАН
9	Саакян А.Т.	1981	01.04.21	ФИАН
10	Савинов С.А.	1983	01.04.07	ФИАН
11	Снигирева М.Г.	1987	01.04.01	ФИАН
12	Шварцберг А.В.	1987	01.04.02	-----
13	Ермаш А.А.	1987	01.03.02	ФИАН
14	Кутькин А.М.	1982	01.03.02	ФИАН
15	Никитина Е.Б.	1979	01.03.02	ФИАН
16	Цыбулев П.Г.	1967	01.03.02	ФИАН

На площадке Троицкого технопарка функционирует более 20 малых инновационных наукоемких предприятий, обеспечивающих общее количество рабочих мест – более 550 и совокупный годовой доход в 1.5 млрд. рублей. Более половины резидентов Троицкого технопарка имеют прямые связи с ФИАН: они основаны научными сотрудниками Института, которые поставили перед собой цель опытного внедрения и дальнейшей коммерциализации своих собственных научных разработок, а также результатов работ научных коллективов, членами (а иногда – руководителями) которых они являются.

ООО «Авеста-Проект»

Генеральный директор – старший научный сотрудник ФИАН А.В. Конященко.

Основное направление работ компании – разработка, производство и наладка твердотельных и волоконных фемтосекундных лазерных систем и усилителей, которые являются плодом научно-исследовательских разработок научных сотрудников ФИАН. А также – совместные научно-исследовательские работы с ФИАН, ИОФ РАН и другими научными и образовательными институтами.

Применение продукции: микрообработка, микроэлектроника, офтальмология, стандарты частоты, научные исследования.

Среди заказчиков: МГУ, ИТМО, МФТИ, МИФИ, МИСиС, Stanford, Berkeley, European XFEL и др.

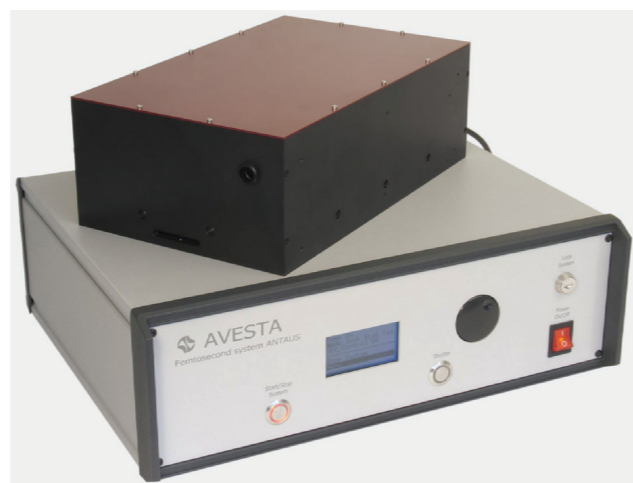
На сегодняшний день «Авеста-Проект» является ведущим отечественным производителем фемтосекундных лазеров. Ее продукцию приобретают 250 компаний в более, чем 20 странах мира.

Отдельно можно отметить, что кадровой политикой «Авеста-Проект» является привлечение научной молодежи: большое число сотрудников здесь – молодые ученые с физическим или физико-техническим образованием, выпускники ведущих отечественных физико-тех-

нических ВУЗов (преимущественно – МФТИ, а также МГТУ им. Баумана). Некоторые из них впоследствии продолжают свою карьеру в науке уже в качестве кандидатов наук.

Среди новейшей продукции ООО «Авеста-Проект»:

1. Волоконный фемтосекундный лазер ANTAUS



ANTAUS поставляется как OEM-источник лазерного излучения для дальнейшей интеграции в системы заказчиков в медицине и промышленности, так и в качестве самостоятельной системы для проведения прикладных и фундаментальных научных исследований. Коммерческая версия такого продукта российского производства впервые представлена на российском рынке. На данный момент в России отсутствуют отечественные коммерческие системы с подобным набором характеристик (см. таблицу).

В перечне многочисленных областей применения волоконных микроджоульных фемтосекундных систем следует выделить следующие:

1. Источники фемтосекундного излучения в операциях по коррекции зрения, а также перспективных операциях по лечению катаракты и др.
2. Экспериментальные установки микрообработки и структурирования различных

- материалов и образцов.
 - 3. Спектроскопия сверхвысокого временного разрешения.
 - 4. Многофотонная микроскопия.
- На проводившемся в 2015 году Лазерной ас-

социацией конкурсе на лучшую отечественную разработку в области фотоники, в номинации «Источники лазерного излучения и системы управления лазерным лучом» (конкурс имени М.Ф. Стельмаха), был удостоен диплома.

Основные характеристики волоконного лазера ANTAUS

Длительность импульса (FWHM)	< 350 фс
Возможная длина волны*	1030; 1040; 1050 нм
Энергия в импульсе	> 2 мкДж
Средняя выходная мощность	> 5 Вт
Частота повторения**	2.5 МГц
Пространственная мода	TEM ₀₀
Поляризация	линейная, горизонтальная
Тип выхода	free-space
Размеры	оптический блок: 350 x 220 x 120 мм блок питания: 470 x 385 x 155 мм
* – выбирается при заказе; также доступны другие длины волн по запросу;	
** – возможна установка АО модулятора для регулировки частоты повторения	

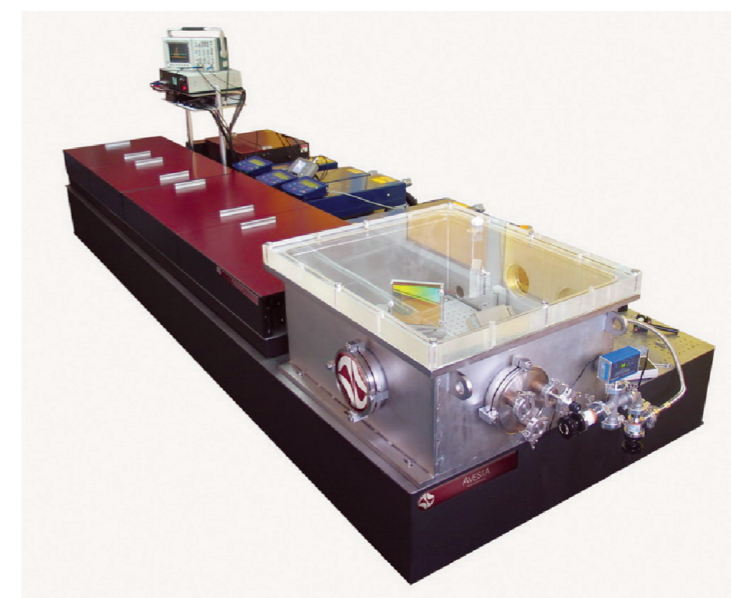
2. Титан-сапфировая тераваттная система AVET-10

Пиковая мощность AVET-10 – 10 ТВт. Возможные применения системы включают в себя такие области, как ускорение частиц для фундаментальных исследований, исследования в области термоядерного синтеза и генерации плазмы, генерация рентгеновского излучения и аттосекундных импульсов, использование системы в качестве задающего блока в усилителях петаваттного уровня, а также удаленный мониторинг загрязнения атмосферы и контроль элект-

рических разрядов с помощью филаментов. Также разработчики системы предлагают и применение в медицинских целях, в частности – протонной терапии и онкологии.

В 2014 году лазерная система AVET-10 была удостоена диплома 1-й степени в конкурсе Лазерной ассоциации на лучшую отечественную разработку в области фотоники.

<http://www.avesta.ru/pagesrus/femtosecond-laser-systems/- .htm>



ООО «Керамические технологии»

Генеральный директор – Г.И. Бабаянц
Основное направление – исследования по возможности использования карбида кремния в различных отраслях наукоемких производств, изделия из карбида кремния.

Области применения изделий:

— Разработка и внедрение пеналов из карбида кремния для захоронения высоко-активных отходов

— Проектирование и изготовление оптических блоков из карбида кремния для телескопов космического и наземного базирования

Среди заказчиков: Роскосмос, РАН, Росатом, ФГУП «ПО «Маяк», АО ФЦЯРБ, ФГУП «ГХК», ФГУП «НО РАО» и др. А также – совместные работы с ОАО «КМЗ им. Зверева», ОАО «Композит», ОАО «РКК «Энергия», ФГУП «КОМЕТА» и др.

**Инженерно-технический центр «Комплексные исследования»**

Генеральный директор – Е.Ю. Щекотов
Основное направление – инновационные методы фотоочистки сточных вод, позволяющие проводить очистку от токсичных (в т.ч. – труднорастворимых) и канцерогенных веществ, моноэтаноламина, синтетических органических соединений и много другого. В основе лежит метод интенсивного окисления; основан на деструкции токсичных органических соединений и их производных в результате интенсивного окисления в воде, активированного с помощью

гидроксильных радикалов (ОН-радикалы).

Область применения технологии – от промышленных до бытовых нужд.

Заказчики: АЭС, ТЭС, НПЗ, частные и муниципальные хозяйства, бассейны.

В основе технологии – использование уникального генератора озона и радикалов ОН, запатентованного под названием XENOZONE, на базе эксимерных ксеноновых ламп, излучающих свет в ультрафиолетовом диапазоне с длиной волны 172 нм.

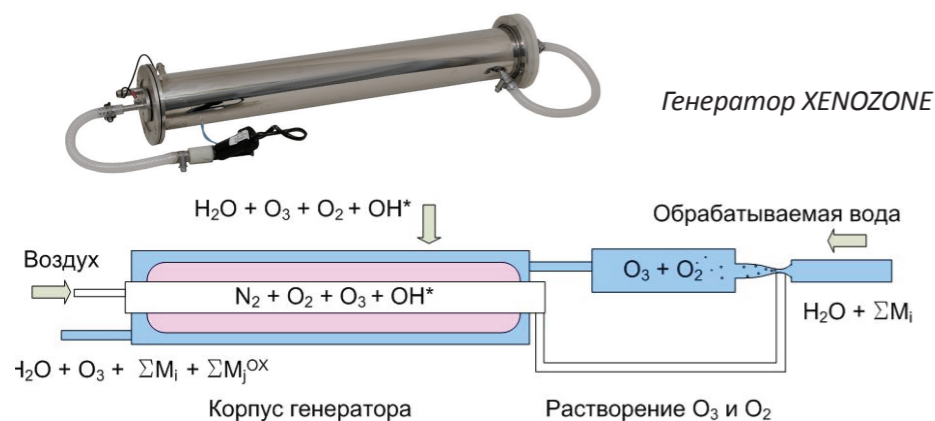


Схема очистки воды с помощью генератора XENOZONE

ООО «НТП ФИТРАН»

Генеральный директор – главный научный сотрудник ФИАН М.А. Губин.

Основное направление – разработка систем оптических стандартов частоты на основе фемтосекундных лазеров, а также конструирование основных компонентов для т.н. фемтосекундных метановых оптических часов.

Область применения – ГЛОНАСС, научные исследования.



На площадке Троицкого технопарка создан Центр молодежного инновационного творчества «Физическая кунсткамера».

Ориентирован на стимулирование интереса школьников различных возрастов к научным и техническим дисциплинам. На базе лабораторий

и производственных цехов технопарка с ребятами проводятся занятия, во время которых их учат обращаться с самым различным оборудованием, начиная от простейших инструментов до станков с ЧПУ-управлением, 3D-принтеров и 3D-сканеров.



Слева: один из младших учеников центра показывает заготовки, самостоятельно полученные на 3D-принтере. Справа: ребята постарше занимаются сборкой экспериментальной установки











