Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук

Успешный запуск первого в мире лазера на свободных электронах на основе ондулятора с переменным периодом

Авторы: О.А. Шевченко, Н.А. Винокуров, Я.В. Гетманов, Я.И. Горбачёв, В.В. Кубарев, Л.Э. Медведев, М.А. Щеглов, С.С. Середняков, В.Г. Ческидов, С.В. Тарарышкин, А.М. Батраков, И.В. Ильин, К.С. Штро

Я. И. Горбачёв проводит измерения и настройку ОПП перед установкой на Новосибирский ЛСЭ.

О.А. Шевченко, Н.А. Винокуров, Я.В. Гетманов, Я.И. Горбачёв, В.В. Кубарев, Л.Э. Медведев, М.А. Щеглов, С.С. Середняков, В.Г. Ческидов, С.В. Тарарышкин, А.М. Батраков, И.В. Ильин, К.С. Штро, Получение генерации на первом в мире лазер на свободных электронах на основе ондулятора с переменным периодом. Доложено на 14 Международном семинаре по проблемам ускорителей заряженных частиц (20-25 сентября 2022 г., г. Алушта, Крым). Направлено в журнал «Письма в ЭЧАЯ».

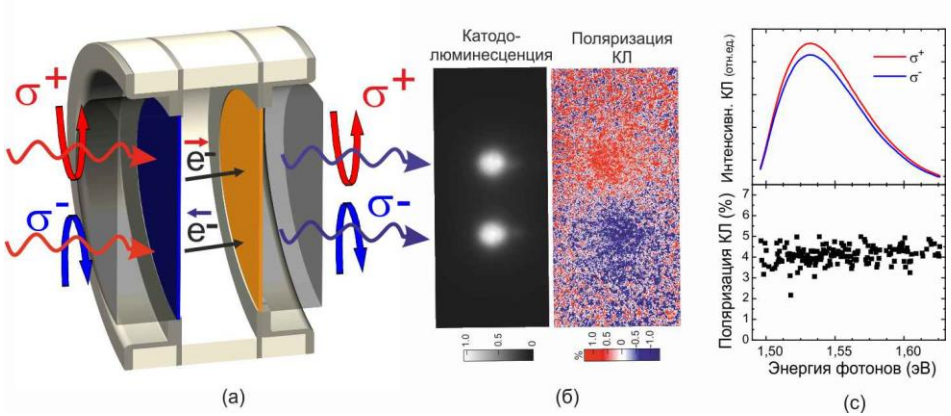
Ондуляторы широко применяются как в лазерах на свободных электронах (ЛСЭ), так и в современных источниках синхротронного излучения.

Перестройка длины волны ондуляторного излучения за счёт изменения периода ондулятора имеет ряд преимуществ. В частности, изменение периода в ондуляторе с переменным периодом (ОПП) не приводит к сильному изменению амплитуды поля. Поэтому, используя такой ондулятор, можно получить гораздо больший диапазон перестройки длины волны, чем в обычно используемых ондуляторах с переменным полем. ОПП на постоянных магнитах оригинальной конструкции был разработан и изготовлен в ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН. Использование этого ондулятора на установке «Новосибирский ЛСЭ» позволило получить рекордно большой (от 15 до 120 микрон, то есть в 8 раз) диапазон перестройки длины волны излучения. Таким образом, практически доказана перспективность использования ОПП для генерации электромагнитного излучения

ИФП СО РАН, ИФПМ СО РАН, ЦКП «СКИФ», ЗАО «ЭКРАН-ФЭП»

Новый источник поляризованных по спину электронов на основе мультищелочных фотокатодов

Авторы: ***В.С. Русецкий, В.А. Голяшов, С.В. Еремеев, Д.А. Кустов, И.П. Русинов, Т.С. Шамирзаев, А.В. Миронов, А.Ю. Демин, О.Е. Терещенко***



Принцип работы спинового светоизлучающего вакуумного диода (а) и регистрация пространственной (б) и спектральной катодолюминесценции (КЛ) (с).

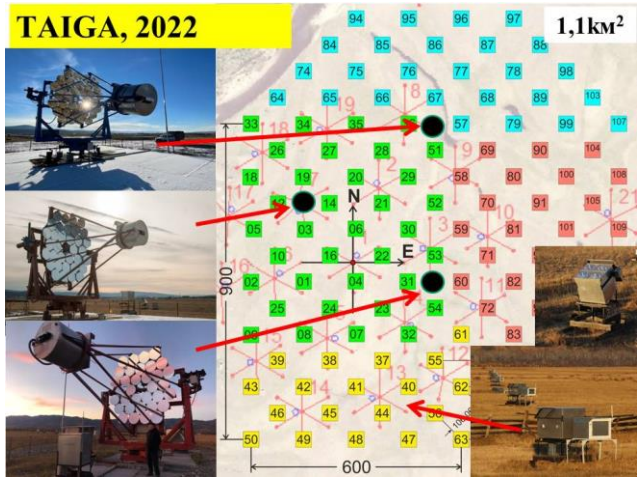
Новые спин-зависимые фотоэмиссионные свойства полупроводниковых гетероструктур на основе мультищелочного фотокатода $Na_2KSb/SbCs_3$ предсказаны с помощью расчетов из первых принципов и наблюдения эффекта оптической спиновой ориентации. С помощью нового полупроводникового спин-детектора свободных электронов с пространственным разрешением (Рис. 1 а), разработанного в ИФП СО РАН, открыт новый источник спин-поляризованных электронов на основе мультищелочного фотокатода $Na_2KSb/SbCs_3$, который продемонстрировал степень поляризации фотоэмитированных электронов близкую к теоретическому пределу - 50 % при комнатной температуре (Рис. 1 б,с). Высокая квантовая эффективность и малый эмиттанс спин-поляризованных электронных пучков, обеспечиваемые мультищелочными $Na_2KSb/SbCs_3$ фотокатодами, делают их привлекательными для фотоинжекторов нового поколения с высокой светимостью.

Публикации: V. S. Rusetsky, V. A. Golyashov, S. V. Eremeev, D. A. Kustov, I. P. Rusinov, T. S. Shamirzaev, A. V. Mironov, A. Yu. Demin, and O. E. Tereshchenko, New Spin-Polarized Electron Source Based on Alkali Antimonide Photocathode. Phys. Rev. Lett. 129, (2022) 166802

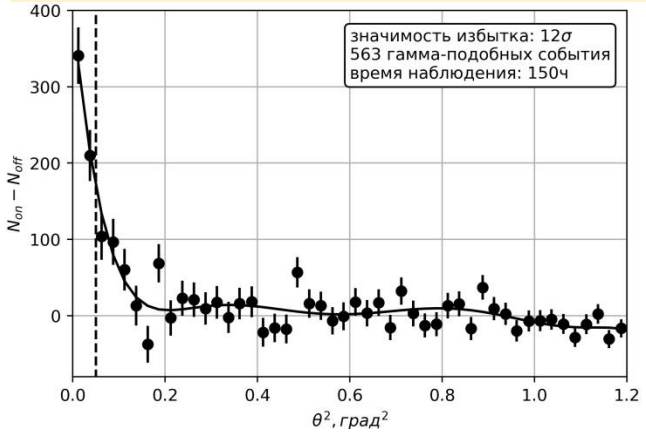
ИГУ, МГУ, ОИЯИ, ИЯИ РАН, МИФИ, ИЯФ СО РАН, НГУ, ИЗМИРАН, АлтГУ

СОЗДАНИЕ ГАММА-ОБСЕРВАТОРИИ TAIGA-1 И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА В КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ

Авторы: Буднев Н.М., Кузьмичев Л.А (коллаборация TAIGA)



Гамма-обсерватория TAIGA-1



Угловое распределение гамма-квантов высоких энергий от источника в Крабовидной туманности, зарегистрированных обсерваторией TAIGA-1

В Тункинской долине (в 50 км от озера Байкал) в 2022 году завершено создание не имеющей аналогов в мире гамма-обсерватории TAIGA-1 с гибридной системой детекторов, распределенных на площади свыше 1 км2. TAIGA-1 - самая северная гамма-обсерватория мирового уровня, нацеленная на решение фундаментальных проблем астрофизики элементарных частиц, гамма-астрономии и физики космических лучей. Создание гамма-обсерватории TAIGA-1 позволит России войти в число мировых лидеров в области гамма-астрономии высоких энергий.
Зарегистрировано гамма-излучение Крабовидной туманности с энергией в диапазоне 5-200 ТэВ.

Публикации

1.N Budnev et al (TAIGA collaboration) TAIGA—A hybrid array for high energy gamma-ray astronomy and cosmic-ray physics, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 1039 (2022) 167047. DOI: 10.1016/j.nima.2022.167047 Impact Factor 1.335

2. N Budnev et al. TAIGA - an advanced hybrid detector complex for astroparticle physics and high energy gamma-ray astronomy. arXiv:2208.13757

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук

Экспериментальное изучение процесса e^+e^- аннигиляции в пару нейтрон-антинейтрон на коллайдере ВЭПП-2000

Авторы: коллаборация СНД

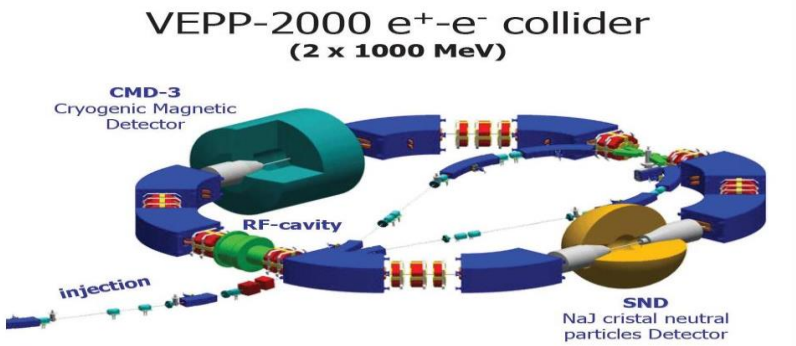


Рис.1 Схема коллайдера ВЭПП-2000. Детектор СНД показан справа.

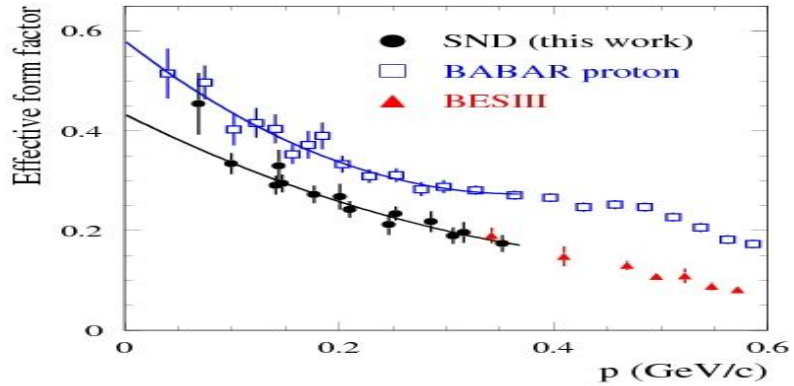


Рис.2. измеренныи в даннои раоте формфактор неитрона (кружки) в сравнении с результатами BESIII (треугольники) и измеренным в эксперименте BaBar формфактором протона (квадраты).

На электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 (рис.1) с детектором СНД изучался процесс $e^+e^- \rightarrow$ нейтрон + антинейтрон в области энергии вблизи порога процесса. В результате эксперимента [1] были зарегистрированы более 2000 пар нейтрон+антинейтрон, что позволило измерить сечение процесса (0.5-0.3 нанобарна), а также впервые вблизи порога определить эффективный электромагнитный времениподобный формфактор нейтрона (рис.2) и отношение электрического и магнитного формфакторов нейтрона. Формфактор нейтрона оказался меньше протонного формфактора (рис.2). Полученный в данной работе нейтронный формфактор стыкуется с измерениями BESIII при большей энергии .

1. **Публикация:** *M.N. Achasov et al, Experimental study of the e+e- -> n anti-n process at the VEPP-2000 collider with the SND detector, European Physical Journl C 82, 761 (2022); https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-10696-0.*

Электромагнитное сжатие тонких металлических оболочек импульсами тока с наносекундным временем нарастания

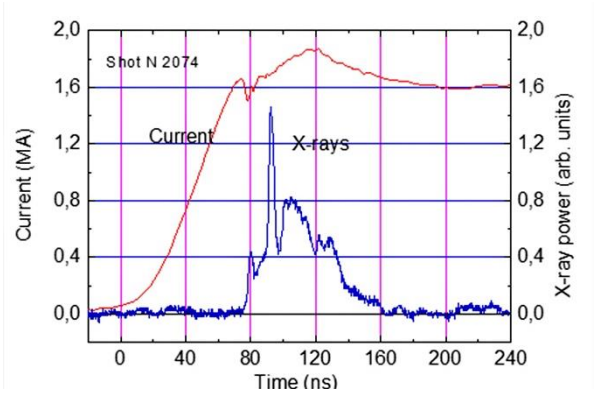


Рис. 1. Ток и сигнал фотоэмиссионного датчика МРИ (за фильтром из полипропилена толщиной 10 мкм). Лайнер диаметром 1 мм из двух слоев алюминиевой фольги толщиной 1,8 мкм

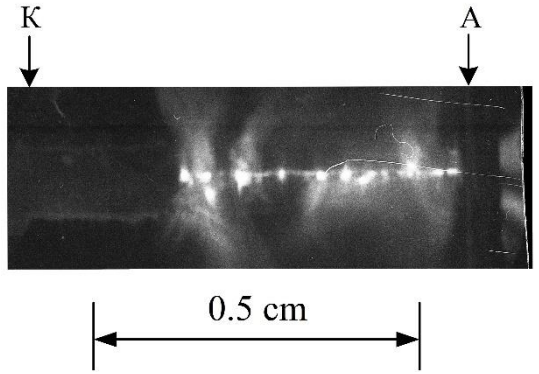


Рис. 2. Изображение лайнера в собственном рентгеновском излучении

Авторы: С.А. Сорокин, Ю.А. Суковатицын, Е.Н. Волков

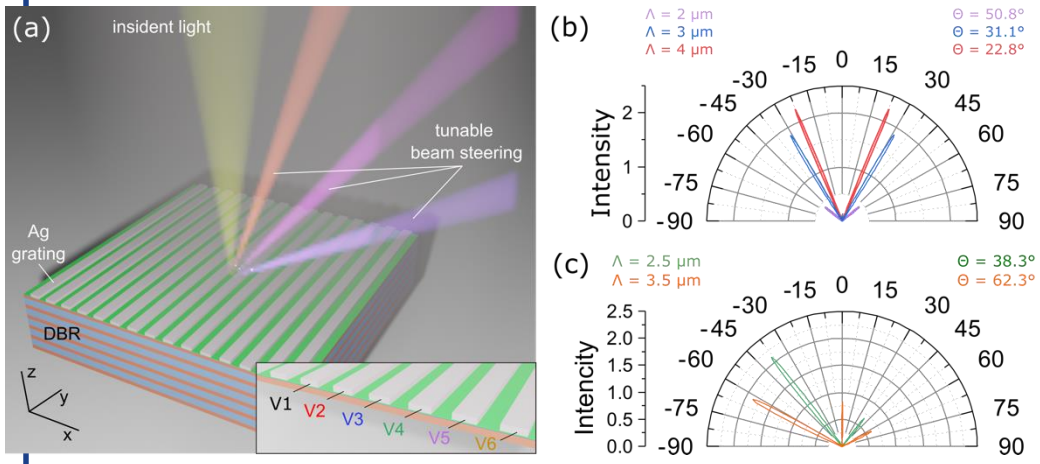
В экспериментах по электродинамическому сжатию тонких оболочек из алюминиевой фольги с начальными диаметрами 0,7–1,0 мм, выполненных на тераваттном импульсном генераторе МИГ (амплитуда тока 2 МА), за счет обострения фронта тока через оболочку до нескольких наносекунд достигнуто 20-кратное радиальное сжатие оболочки. Финальная температура пинча оценена в 175 эВ, концентрация ионов $3 \cdot 10^{23}$ см$^{-3}$, то есть в 5–6 раз выше твердотельной. На основании результатов экспериментов можно заключить, что при наносекундных временах нарастания тока можно ожидать термоядерного зажигания сжимаемой металлической оболочкой дейтерий-тритиевой смеси при токах порядка 10 МА, которые достижимы на уже существующих сильноточных генераторах.

Публикации: S.A. Sorokin. Magnetic implosion of thin aluminum foil liners // Plasma Physics and Controlled Fusion. 2022. V. 64. P. 065005 (7 pages). https://doi.org/10.1088/1361-6587/ac688f, импакт-фактор по JCR: 2,46 (1,13 по SJR)

Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Национальный университет Ян Мин Цзяодун

УДВОЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПУЧКОМ СВЕТА С ПОМОЩЬЮ МЕТАПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ТАММОВСКОГО ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОНА

Авторы: ***Р.Г. Бикбаев, П.С. Панкин, В.С. Сутормин, М.Н. Крахалев, С.Я. Ветров, Д.Н. Максимов, К.-П. Чэнь, И.В. Тимофеев (+7 (391) 2905637, tiv@iph.krasn.ru)***



Схематический вид структуры (a); распределение интенсивности в дальнем поле в случае симметричного (b) и несимметричного (c) распределения фазы вдоль метаповерхности.

В настоящее время огромный интерес вызывает таммовский плазмон-поляритон – состояние света, локализованное на границе многослойного зеркала, ограниченного метаповерхностью. Такие локализованные состояния позволяют конструировать беззеркальные отклонители светового пучка. Проведенные расчеты показали, что, изменяя приложенное к серебряной нанополосе напряжение, можно управлять фазой отраженной от него световой волны, за счет изменения диэлектрической проницаемости тонкой подложки из прозрачного проводящего оксида либо жидкого кристалла. Таким образом появляется возможность создания управляемых дифракционных решеток, период которых определяется количеством нанополос с разным прикладываемым напряжением. Видно, что изменение периода решетки приводит к значительному (около 30 градусов) изменению углов -1 и 1 порядка дифракции, а несимметричное распределение фазы вдоль метаповерхности позволяет добиться удвоения разрешения предложенного устройства.

Публикации: 1. Zhou Z.-X., Ye M.-J., Yu M.-W., Yang J.-H., Su K.-L., Yang C.-C., Lin C.-Y., Babicheva V.E., Timofeev I.V. and Chen K.-P. Germanium Metasurfaces with Lattice Kerker Effect in Near-Infrared Photodetectors // ACS Nano, (2022). DOI: 10.1021/acsnano.1c11326 (Impact Factor WoS/SJR – 15.881/16.242, Q1)
2. Bikbaev R.G., Maksimov D.N., Chen K.-P. and Timofeev I.V. Double-Resolved Beam Steering by Metagrating-Based Tamm Plasmon Polariton // Materials (Basel) 15, 6014 (2022). DOI: 10.3390/ma15176014 (Impact Factor WoS/SJR – 3.623/3.682, Q1)

Генерация последовательности гигаваттных ультракоротких СВЧ-импульсов с наносекундным периодом следования

Авторы: Е.М. Тотьменинов, В.Ю. Конев, А.И. Климов, И.В. Пегель, С.А. Кицанов, П.В. Выходцев, А.С. Степченко, Р.В. Цыганков, В.В. Ростов

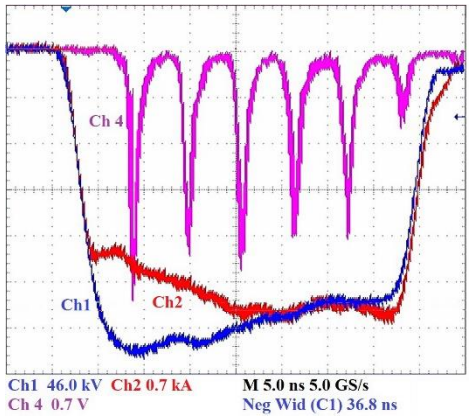


Рис. 1. Наложение 20 пакетов импульсов. Ch1 – ускоряющее напряжение, Ch2 – ток электронного пучка, Ch4 – продетектированный СВЧ-сигнал

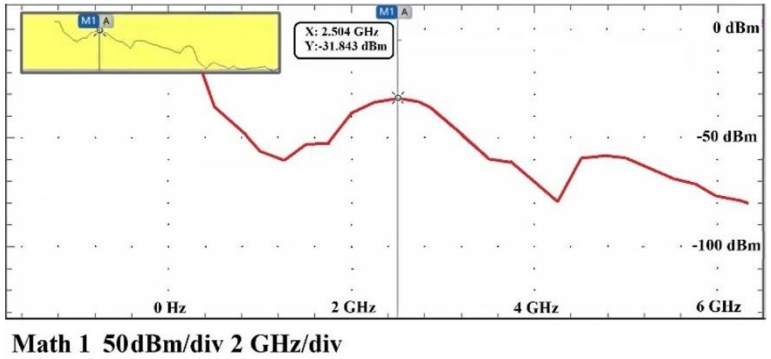


Рис. 2. Спектр колебаний промежуточной частоты. $F = F_{get} + \Delta F$, где $F_{get} \approx$ 7,5 ГГц — частота гетеродина, $\Delta F \approx$ 2,5 ГГц — промежуточная частота

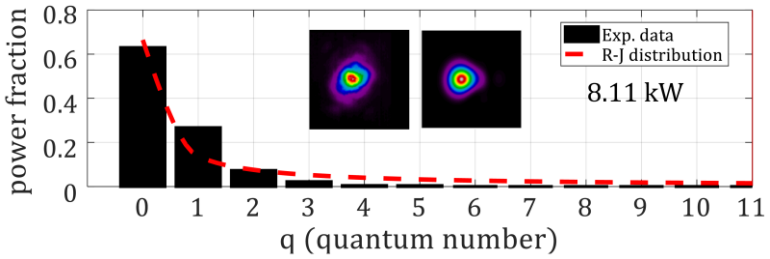
Предложена и апробирована схема генерации периодической последовательности ультракоротких (≈ 10^{-9} с) СВЧ-импульсов с пиковой мощностью ≈ 10^9 Вт и частотой следования импульсов более 10^8 Гц. В основе схемы лежит релятивистская лампа обратной волны в режиме сверхизлучения, в которой изменению подверглись части как со стороны входа электронного пучка, так и на коллекторном крае, где обеспечено частичное отражение электромагнитной волны. Эксперимент выполнен на основе сильноточного электронного ускорителя СИНУС-330М с модифицированной формирующей линией, обеспечивающей импульс напряжения утроенной ширины (37 нс), с амплитудой на катоде -280 кВ, при токе пучка 3,9 кА. Впервые достигнут гигаваттный уровень пиковой мощности ультракоротких СВЧ-импульсов в режиме генерации их периодической последовательности со стабильной амплитудой и формой. Центральная частота в спектре колебаний каждого пакета импульсов 10 ГГц. СВЧ-генератор с данными характеристиками имеет значительный потенциал применений.

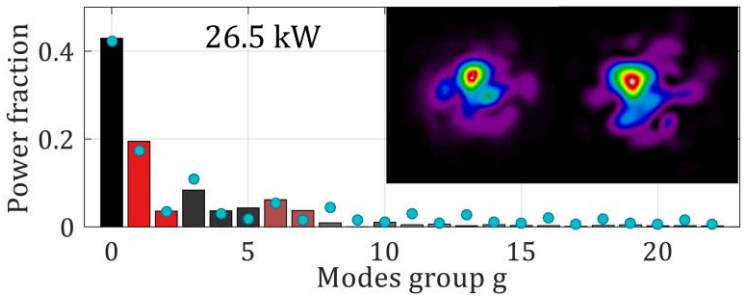
Публикации: Е.М. Тотьменинов, В.Ю. Конев, А.И. Климов, И.В. Пегель. Экспериментальная реализация способа генерации последовательности ультракоротких гигаваттных импульсов черенковского сверхизлучения с наносекундным периодом следования // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2022. Т. 115. вып. 8. С. 479–483. DOI: 10.31857/S1234567822080031, импакт-фактор по JCR: 1,4 (0,415 по SJR)

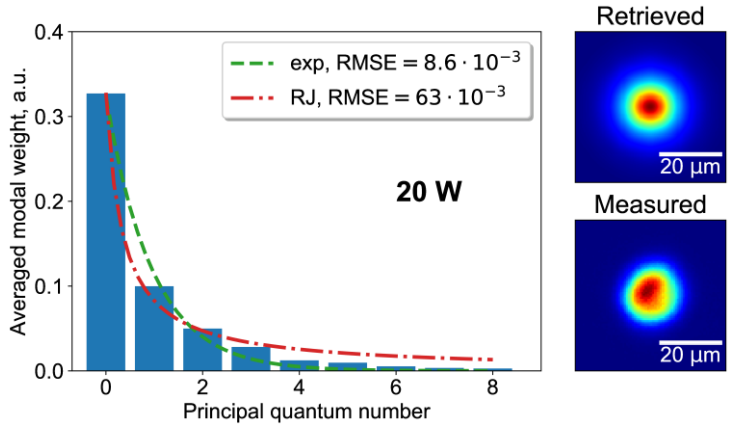
Институт автоматики и электрометрии СО РАН

Нелинейная динамика многомодового излучения, исследованная методом модовой декомпозиции

Авторы: Д.С. Харенко, М.Д. Гервазиев, Н. Н. Смолянинов, М. Ферраро, Ф. Манджини, М. Дзителли, С. Вабниц, Е.В. Подивилов, С.А. Бабин







Проведён анализ многомодовых (ММ) пучков, распространяющихся по световоду в режиме керровской самочистки с нулевым [1] и ненулевым [2] орбитальным угловым моментом, и генерируемых в ММ ВКР-лазере [3], с помощью разработанного метода модовой декомпозиции [4]. Установлено, что при увеличении мощности распределение по модам приближается к теоретически предсказанному обобщённому распределению Рэлея-Джинса. При непрерывной генерации в ММ ВКР-лазере значительная доля мощности стоксового пучка содержится в фундаментальной моде (~40%), а распределение становится экспоненциальным. Результаты получены благодаря использованию фазовых масок, при освещении которых ММ излучением можно получить информацию как о мощностном вкладе каждой определённой моды, так и о её фазе.

Рисунок: Экспериментальные результаты (столбцы) МД для пучка в режиме самочистки с нулевым (сверху) и ненулевым (центр) угловым орбитальным моментом. Снизу - распределение мощности по модам в стоксовом пучке ММ ВКР-лазера. Штриховые и штрих-пунктирные линии - аппроксимации для экспоненциального закона и распределения Рэлея-Джинса. На вставках — измеренные и восстановленные профили пучков;

Публикации:

1. F. Mangini et al, *Opt. Express* 30(7) 10850 (2022)
2. E. V. Podivilov et al, *Phys. Rev. Lett.* 24, 243901 (2022)
3. D. S. Kharenko et al, *Opt. Lett.* 47(5) 1222 (2022)
4. M. D. Gervaziev et al, *Laser Phys. Lett.* 18(1) 015101 (2021)

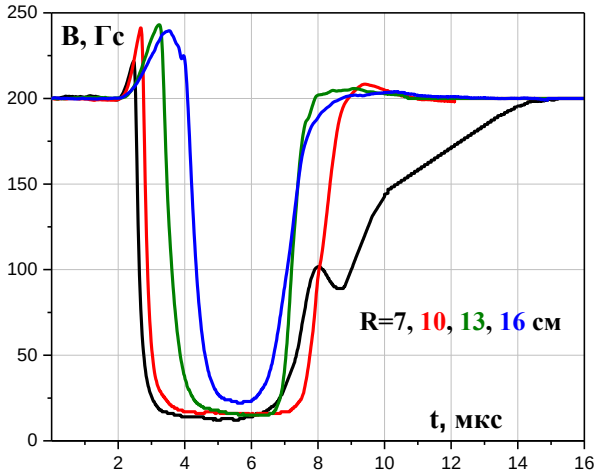
ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ СО РАН
Institute of Laser Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

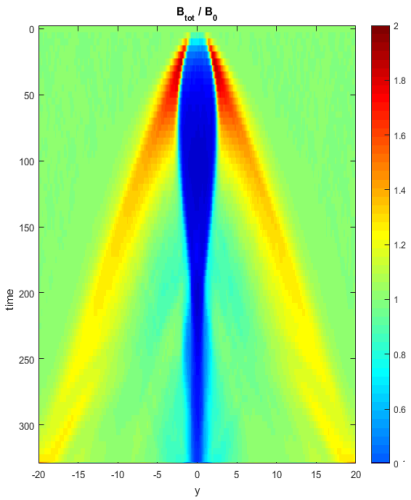
Шайхисламов И.Ф., ИЛФ СО РАН, ildars@ngs.ru, р.т. 8-383-330-80-22

Лабораторная астрофизика с лазерами

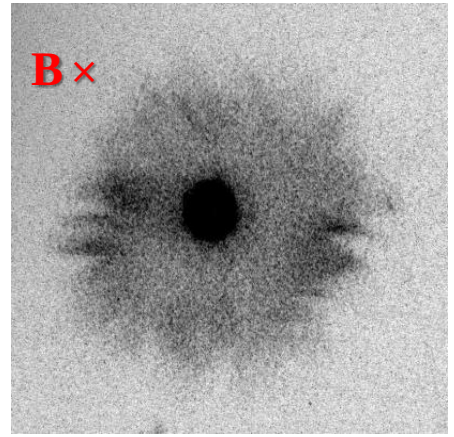
Расширяющиеся облака астрофизического вещества, например при взрывах Сверхновых звезд или Корональные Выбросы Массы Солнца, формируют в окружающей космической плазме магнитные пузыри и различные пространственные модуляции. На начальной фазе разлета облаков магнитное поле выталкивается плазмой за пределы пузыря, или каверны. Однако в дальнейшем начинают протекать различные аномальные процессы обратного проникновения магнитного поля в расширяющуюся плазму.

В экспериментах на лазерно-плазменном стенде КИ-1 с квазисферическим разлетом плазмы в магнитном поле впервые продемонстрирован эффект аномально быстрого коллапса каверны, сопровождаемого генерацией Холловских магнитных полей и токов, важный для объяснения динамики остатков взрывов сверхновых. Предложена модель вноса поля в плазму Холловскими токами, во многом аналогично механизму Холловского пересоединения в Солнечной Короне.





Быстрый коллапс диамагнитной каверны в эксперименте на КИ-1 (слева) и в гибридном кинетическом расчете (справа).



Облако лазерной плазмы в магнитном поле через 3.5 мкс

*Всего опубликовано 23 статьи в реферируемых журналах, 11 статей принято в печать, десять из них - в спецвыпуск **Астрономического журнала**..*

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Разработка материала на основе сплава с памятью формы для создания ультра-эффективных твердотельных систем охлаждения

Авторы: Панченко Е.Ю., Тохметова А.Б., Суриков Н.Ю., Ефтифеева А.С., Тагильцев А.И., Тимофеева Е.Е., Курлевская И.Д., Чумляков Ю.И.

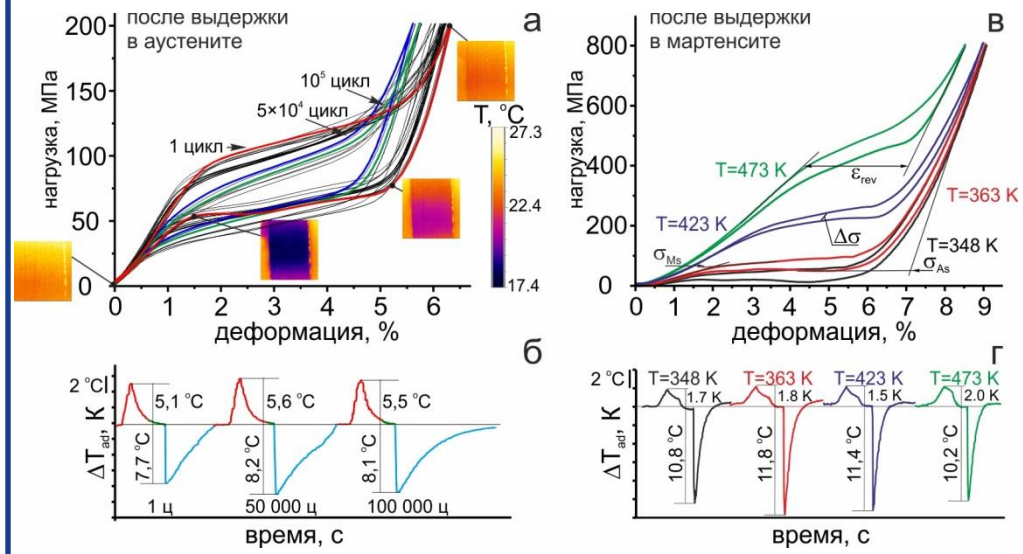


Рисунок 1 – Эластокалорический эффекта в монокристаллах ферромагнитного сплава с памятью формы Ni54Fe19Ga27: циклическая стабильность эластокалорического эффекта в кристаллах после выдержки в аустените (а, б) и эластокалорический эффект в зависимости от температуры испытания в кристаллах после выдержки в мартенсите (в, г)

Исследование направлено на создание материала с памятью формы, который поглощает и выделяет тепло (испытывают эластокалорический эффект), для создания эффективных и экологически чистых твердотельных систем охлаждения. Впервые, за счет специально разработанных термообработок, предложены способы оптимизации эксплуатационных параметров и повышения эластокалорического эффекта в ферромагнитных сплавах с памятью формы. На монокристаллах ферромагнитного сплава $Ni_{54}Fe_{19}Ga_27$ достигнута максимальная величина охлаждения 12,0°C, которая не зависит от температуры испытания в широком интервале 270°C (рисунок 1). Узкий механические гистерезис и низкие критические напряжения способствуют уменьшению потерь энергии в рабочем цикле, способствуют высокой циклической стабильности и увеличению эффективности материала для применения.

Публикации:

1) Elastocaloric effect in aged single crystals of Ni54Fe19Ga27 ferromagnetic shape memory alloy / E.Y. Panchenko, E.I. Yanushonite, A.S. Eftifeeva, A.B. Tokhmetova, I.D. Kurlevskaya, A.I. Tagiltsev, N.Y. Surikov, E.E. Timofeeva, Y.I. Chumlyakov // Metals 12 (2022) 1398; DOI: 10.3390/met12081398, импакт-фактор журнала: 6,695.

2) Superelasticity and elastocaloric cooling capacity in stress-induced martensite aged [001]A-oriented Ni54Fe19Ga27 single crystals / E.E. Timofeeva, E.Yu. Panchenko, A.B. Tokhmetova, A.S. Eftifeeva, Yu.I. Chumlyakov, M.N. Volochaev // Materials Science & Engineering A 855 (2022) 143855; DOI: 10.1016/j.msea.2022.143855, импакт-фактор журнала: 6,044.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН)

НАБЛЮДАТЕЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СЦЕНАРИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН В СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЕ ИМПУЛЬСНО УСКОРЯЮЩИМСЯ МАГНИТНЫМ ЖГУТОМ

Авторы: Гречнев Виктор Васильевич
Киселев Валентин Игоревич
Уралов Аркадий Михайлович
Мышьяков Иван Иванович

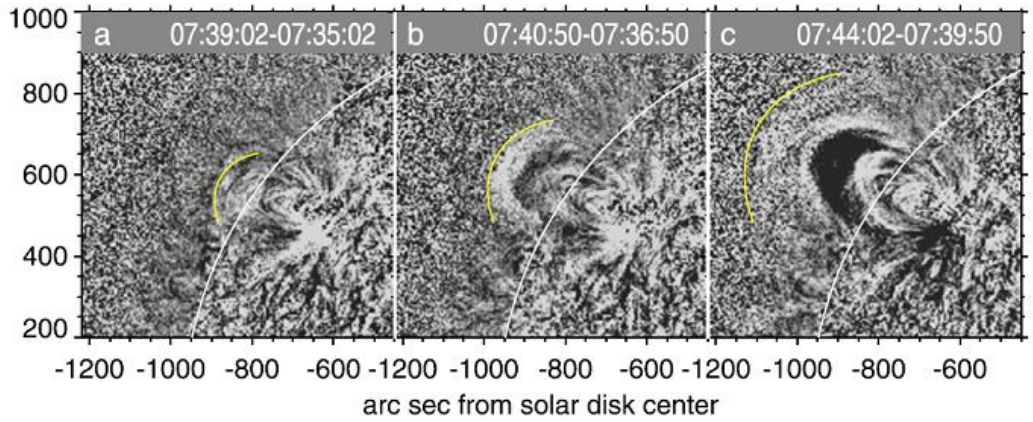


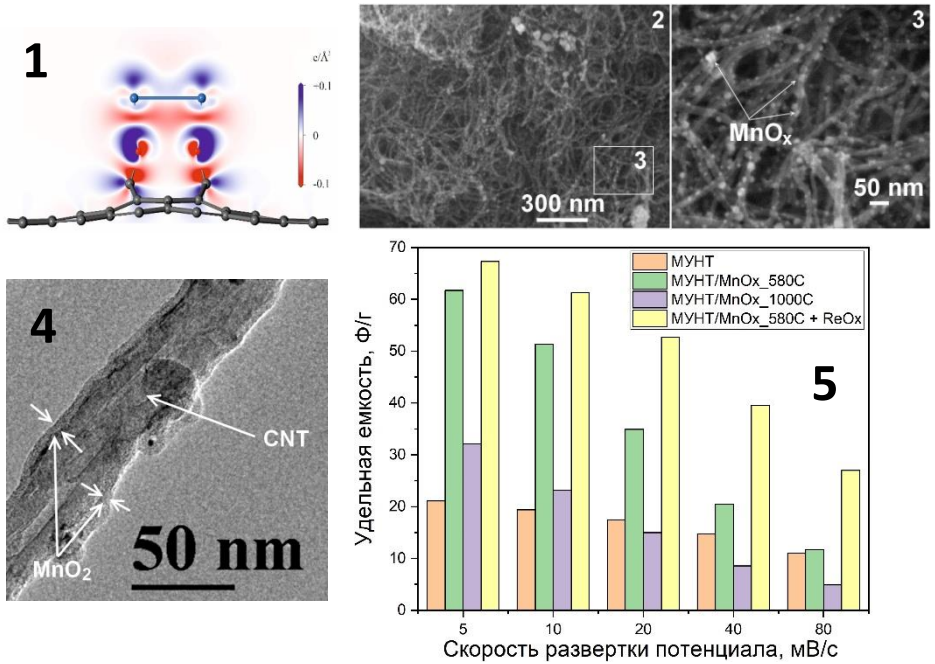
Рисунок. Ударная волна в солнечной короне, наблюдавшаяся 28 февраля 2011 г. в УФ диапазоне (SDO/AIA, 211 Å). Показаны разностные изображения в последовательные моменты времени; жёлтой дугой показан внешний край ударной волны.

Исследованы несколько событий с ударными волнами с использованием наблюдений различных инструментов в рентгеновском, УФ, оптическом и радио диапазонах. Показано, что все наблюдения согласуются с единственным сценарием – возбуждением ударных волн импульсно ускоряющимися эруптивными структурами (магнитными жгутами). Установлено, что импульсное ускорение эруптивной структуры совпадает с фазой формирования полноценного магнитного жгута и максимальным темпом возрастания его объёма; такое расширение генерирует поршневую волну, которая быстро становится ударной. Показано, что альтернативные сценарии возбуждения ударных волн не могут объяснить весь комплекс наблюдаемых явлений.

Публикации:
1. Grechnev V.V., Kiselev V.I., Uralov A.M. Reconciling Observational Challenges to the Impulsive-Piston Shock-Excitation Scenario. I. Kinematic Challenges // Solar Physics 2022. v. 297, id. 106.
2. Grechnev V.V., Kiselev V.I., Uralov A.M., Myshyakov I.I. Reconciling Observational Challenges to the Impulsive-Piston Shock-Excitation Scenario. II. Shock Waves Produced in CME-Less Events with a Null-Point Topology // Solar Physics 2022. Vol. 297, id. 123.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ОНЦ СО РАН) и ОмГТУ

Формирование нанокомпозитов MnOx/МУНТ и MnOx@ReOx/МУНТ для применения в качестве материалов для электродов суперконденсаторов



1 - Изменение электронной плотности при формировании M-O-C связей на межфазных интерфейсах; 2 .3 - РЭМ- изображения поверхности электродов на основе нанокомпозита MnOx/МУНТ; **4** -ПЭМ-изображение нанокомпозита MnOx/МУНТ; 5 - Зависимость удельной емкости от скорости развертки потенциала для электродов на основе композитов MnOx/МУНТ после различных режимов термообработки

Авторы: В.В. Болотов, С.Н. Несов, В.А. Сачков, С.Н. Поворознюк, Ю.А. Стенькин

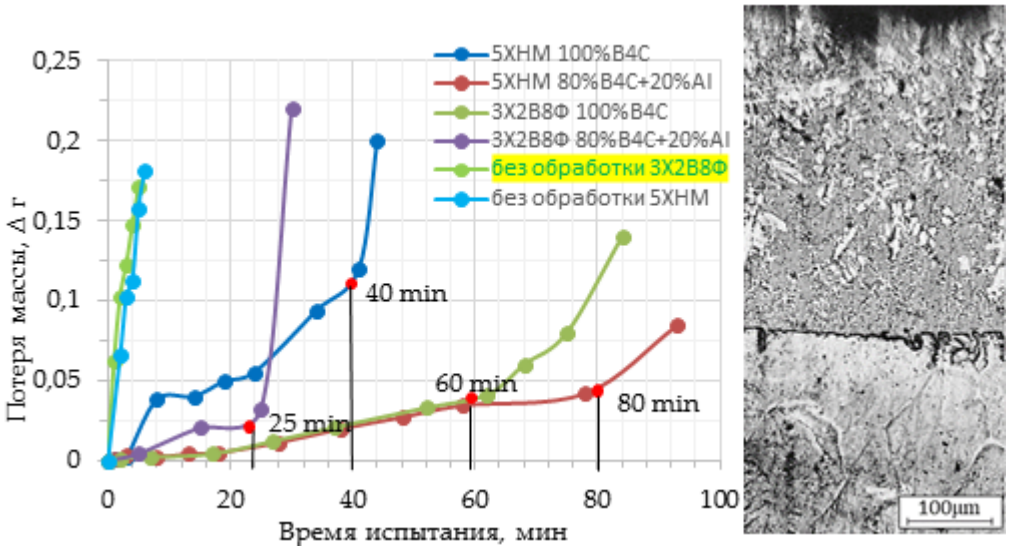
- Разработан способ получения композитов на основе углеродных нанотрубок и оксидов металлов с высокой межфазной адгезией и равномерным распределением оксида по поверхности углеродной матрицы . Метод основан на предварительном облучении углеродных нанотрубок непрерывным пучком ионов аргона.
- Разработан способ функционализации углеродных нанотрубок путем декорирования их поверхности наночастицами оксида марганца, легированных оксидом рения, в сочетании с термической обработкой, позволяющий повысить удельную емкость коммерческих углеродных нанотрубок (ИК СО РАН, “МУНТ-2”) в три раза.
- Разработан способ функционализации углеродных нанотрубок, основанный на применении облучения непрерывным пучком ионов азота, обеспечивающий повышение основных электрохимических характеристик (удельная емкость и скоростная способность).

Публикации:
Nesov S.N. Effects of preliminary ion beam treatment of carbon nanotubes on structures of interfaces in MOx/multi-walled carbon nanotube (M =Ti,Sn) composites: Experimental and theoretical study/ S.N. Nesov, P.M. Korusenko, V.A. Sachkov, V.V. Bolotov, S.N. Povoroznyuk// Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2022. – V. 169. Art. No 110831. – P. 1-15. – https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2022.110831.
Nesov S. N. Analysis of structure and electrochemical characteristics of multi-walled carbon nanotubes doped with nitrogen using ion irradiation/ S. N. Nesov, V. V. Bolotov, E.V. Knyazev, S.N. Povoroznyuk// Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B. – 2022. – V 525 – P. 25-33. – https://doi.org/10.1016/j.nimb.2022.06.006

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук

Бороалитирование сталей электронно-лучевой наплавкой/легированием

Авторы: ***Мишигдоржийн У.Л., Семенов А.П., Улаханов Н.С., Милонов А.С., Дашеев Д.Э, Гуляшинов А.П.***



Износостойкость сталей до и после электронно-лучевого легирования пастами на основе карбида бора и карбида бора с алюминием (а), микроструктура стали 3Х2В8Ф после электронно-лучевого легирования B_4C+Al (б)

Поверхностное легирование электронным пучком обеспечивает получение структур с высокими эксплуатационными поверхностными свойствами (износостойкостью, окалиностойкостью, твердостью, коррозионной стойкостью) и может быть использовано в машиностроении для поверхностного упрочнения деталей машин и инструментов. Эффект достигается за счет снижения энергозатрат и упрощения технологического процесса бороалитирования с формированием слоев, сочетающих высокую твердость и пластичность. Насыщающая смесь содержит мас. %: (80% B_4C + 20% Al), замешивается на органическом клее (цапонлаке), наносится на углеродистую сталь в виде пастообразной композиции толщиной 0,5-1,0 мм и нагревается в вакууме 10^{-4}-10^{-3} Па в течение 33-55 с сканирующим стационарным пучком электронов (диаметр фокусного пятна пучка 1-2 мм, частота развертки 50 Гц, ток пучка 20 мА, ускоряющее напряжение 24 кВ, удельная мощность $5.7 \cdot 10^4$ Вт/см^2).

Публикации:

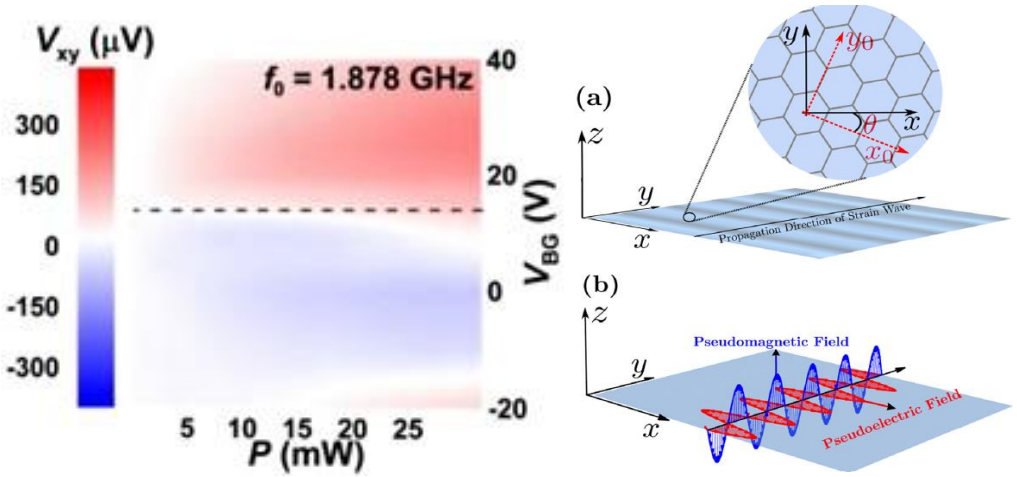
1. Mishigdorzhiyn U.L., Semenov A.P., Ulakhanov N.S., Milonov A.C., Dasheev D.E. Surface Alloying of 3Cr2V8F and 5CrNM Die Steels by Means of an Electron Beam in Vacuum with B_4C and Al Treatment Pastes // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2022. - Vol. 16. - No. 3. – P. 408–411. DOI: 10.1134/S102745102202015X

2. Mishigdorzhiyn U., Semenov A., Ulakhanov N., Milonov A., Dasheev D., Gulyashinov P. Microstructure and Wear Resistance of Hot-Work Tool Steels after Electron Beam Surface Alloying with B_4C and Al. Lubricants 2022, Vol. 10, Issue 5, 90. https://doi.org/10.3390/lubricants10050090.

3. Патент № 2778544 RU Способ бороалитирования углеродистой стали / У.Л. Мишигдоржийн, А.П. Семенов, Н.С. Улаханов, А.С. Милонов, Д.Э. Дашеев, П.А. Гуляшинов; заявитель и патентообладатель ИФМ СО РАН. Заявка № 2022103740 от 15.02.2022; опубл. 22.08.2022, Бюл. № 24.

Поперечный акустоэлектрический эффект в графене

Авторы: V.M. Kovalev, P. Zhao, Ch.H. Sharma, R. Liang, Ch. Glasenapp, L. Mourokh, P. Huber, M. Prada, L. Tiemann, R.H. Blick



Поперечное акустоэлектрическое напряжение как функция мощности ПАВ и напряжения на затворе структуры (слева); ПсевдоЭМ волна, сопровождающая ПАВ [Naumis et al 2017 Rep. Prog. Phys] (справа)

Экспериментально обнаружен поперечный акустоэлектрический эффект в монослойном графене в отсутствии внешнего магнитного поля в структуре «монослой на пьезоподложке». Эффект заключается в возникновении поперечного напряжения относительно направления распространения поверхностной акустической волны (ПАВ) вдоль монослоя графена. Построена теория обнаруженного эффекта, дающая хорошее согласие с экспериментом. Показано, что распространение ПАВ сопровождается «искусственной» (synthetic) псевдоэлектромагнитной (псевдоЭМ) волной, обусловленной динамическим полем деформации, создаваемым ПАВ. Возникновение поперечного напряжения является следствием неколлинеарности направления силы давления псевдоЭМ волны и направления распространения ПАВ.

Публикации: P. Zhao, Ch.H. Sharma, R. Liang, Ch. Glasenapp, L. Mourokh, V.M. Kovalev, P. Huber, M. Prada, L. Tiemann, R.H. Blick, Acoustically Induced Giant Synthetic Hall Voltages in Graphene, Phys. Rev. Lett. 128, 256601 (2022).

ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ им. В.Е. ЗУЕВА СО РАН

Механизм формирования отрицательных значений степени линейной поляризации

А.Г. Боровой, А.В. Коношонкин, Н.В. Кустова, В.А. Шишко, Д.Н. Тимофеев

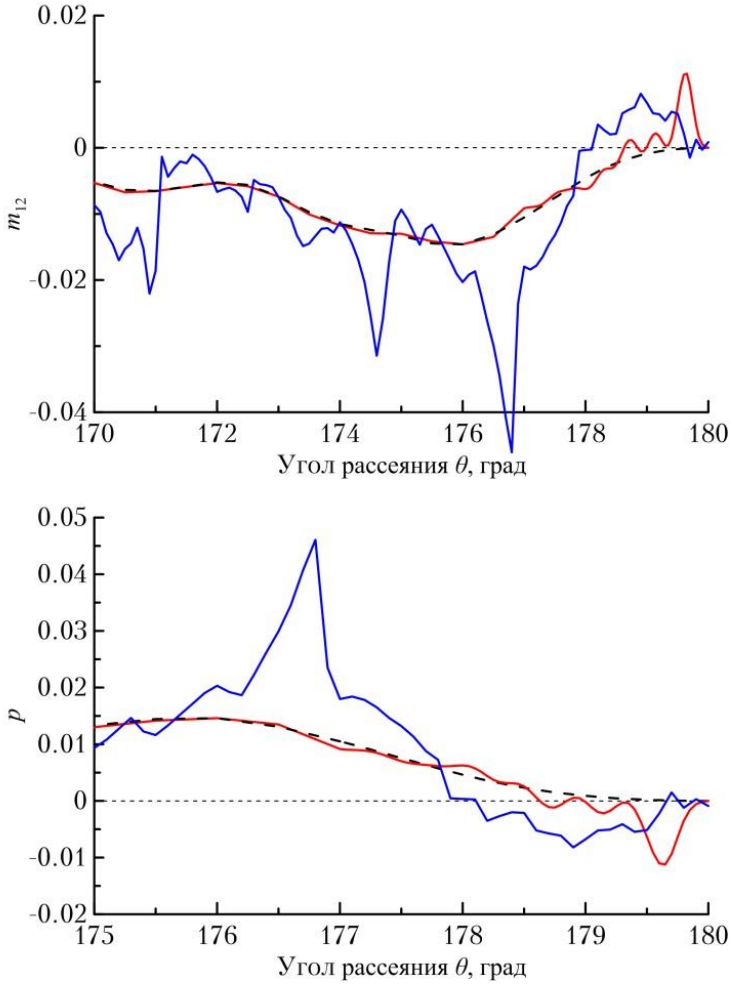


Рис. 1. Элемент m12 матрицы рассеяния света (а) и степень поляризации (б) в окрестности направления рассеяния назад для частицы случайной формы размером 100 мкм, рассчитанные в рамках приближения геометрической оптики (синяя), физической оптики с учетом (красная) и без учета когерентных эффектов (черная)

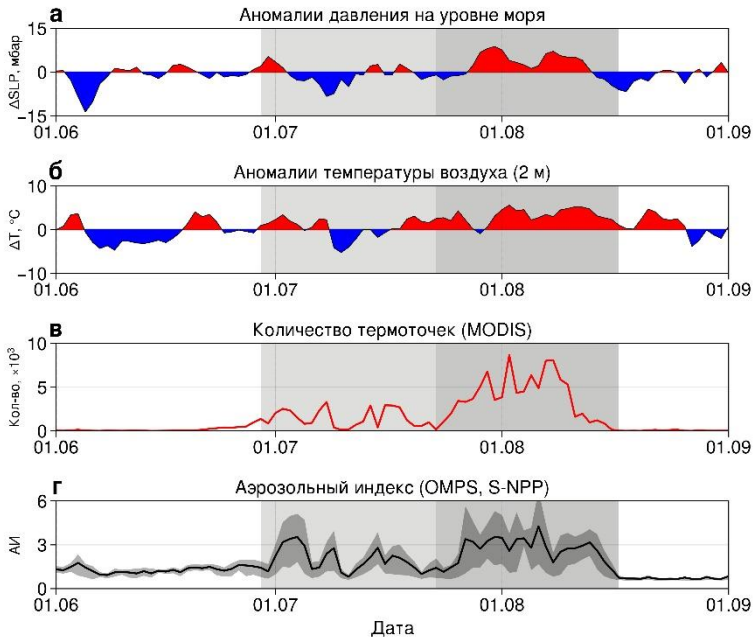
В задаче рассеяния света крупной выпуклой многогранной частицей все поляризационные элементы матрицы рассеяния света имеют локальные максимумы и минимумы в пределах пика когерентного обратного рассеяния (рис. 1а). Впервые показан механизм их образования. Установлено, что природа этих локальных максимумов аналогична когерентному пику, обусловленному интерференцией волн, распространяющихся в обратных направлениях. Показано, что угловая ширина таких экстремумов практически не зависит от формы частиц, а зависит от их размера. Локальный экстремум в окрестности направления рассеяния назад элемента m_{12} матрицы рассеяния света приводит к формированию отрицательных значений степени линейной поляризации p (рис. 1б)

1. Kustova N., Konoshonkin A., Shishko V., Timofeev D., Borovoi A., Wang Z. // Atmosphere. 2022. V.13, №8. 1279. Q2
2. Kustova N.V., Konoshonkin A.V., Shishko V.A., Timofeev D.N., Slesarev V.A., Borovoi A.G. // Proc. SPIE 12341. 123412C (2022).
3. Kustova N.V., Konoshonkin A.V., Shishko V.A., Timofeev D.N., Grynko Y. // Proc. SPIE 12265. 122650F (2022).

Институт космофизических исследований и аэрономии им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук (ИКФИА СО РАН)

Особенности экстремального пожароопасного сезона 2021 г. в Якутии (Восточная Сибирь) и сильное загрязнение атмосферного воздуха, вызванное горением биомассы

Авторы: О.А.Томшин, В.С. Соловьев



а) Вариации аномалий (отклонений от среднемноголетних значений) давления на уровне моря; б) вариации аномалий температуры приземного воздуха; в) вариации количества очагов пожаров; г) вариации аэрозольного индекса; Графики относятся к центральной Якутии, данные за 2021 г. Серыми областями отмечены периоды интенсификации лесных пожаров в регионе. Тёмной областью на рис. г) отмечен диапазон 25-75 перцентилей

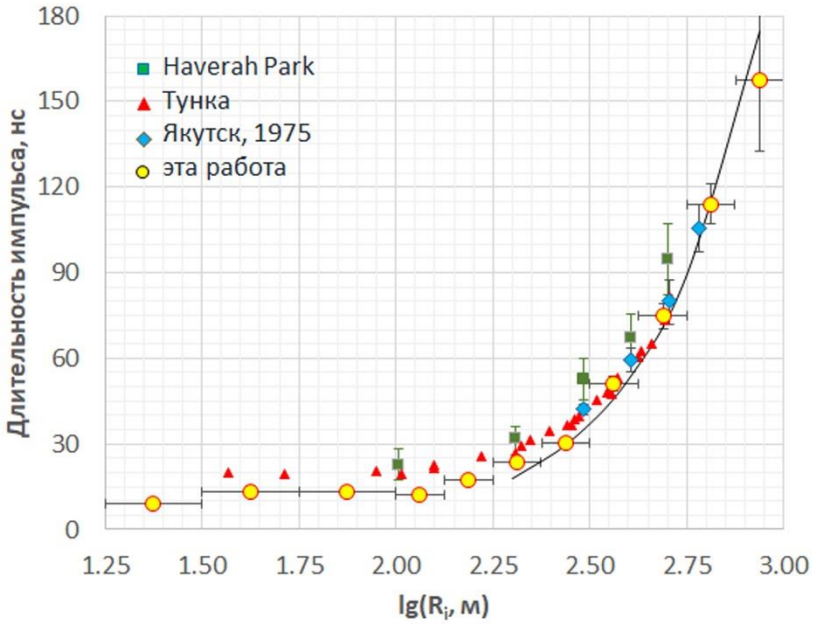
Площадь лесных пожаров в 2021 г. в Якутии оказалась наибольшей за последние четыре десятилетия спутниковых наблюдений в регионе. В период с 24 июля по 12 августа, наблюдался экстенсивный рост количества термоточек с 49000 до 140000. Установлено, что интенсификация лесных пожаров в этот период была связана с устойчивыми антициклоническими образованиями, способствующими установлению сухих, ясных погодных условий в регионе путем блокирования переноса влажных воздушных масс с западного направления. Низкие скорости ветра, наблюдаемые в центре системы высокого давления, привели к накоплению в атмосфере выбросов от лесных пожаров, что привело к сильному загрязнению воздуха аэрозольными частицами дымового происхождения.

Публикация: Tomshin O., Solovyev V. Features of the Extreme Fire Season of 2021 in Yakutia (Eastern Siberia) and Heavy Air Pollution Caused by Biomass Burning // Remote Sens. 2022. 14. 4980. DOI:10.3390/rs14194980. Импакт-фактор WoS 5,349.

Институт космофизических исследований и аэрономии им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук (ИКФИА СО РАН)

Измерение длительности импульса излучения Вавилова-Черенкова с помощью широкоугольного черенковского телескопа совместно с Якутской установкой ШАЛ

Авторы: А.А. Иванов, С.В. Матаркин, Л.В.Тимофеев



Длительность импульса излучения Вавилова-Черенкова в ШАЛ как функция расстояния от оси ливня. Данные настоящей работы приведены в сравнении с результатами предыдущих измерений на установках Хавера Парк, Тунка и Якутска. Результаты вычислений для выбранной модели развития ШАЛ показаны сплошной кривой

Длительность импульса излучения Вавилова-Черенкова, индуцируемого широкими ливнями космических лучей в атмосфере, измеренная с помощью широкоугольного черенковского телескопа совместно с Якутской установкой ШАЛ, позволила уточнить модельную оценку глубины максимума ливней с энергией $2*10^{17}$ эВ. Как следствие, получена оценка доли протонов (79±21)% в первичном потоке космических лучей и средней массы астрочастиц (lnA=0.85) для двухкомпонентной модели их состава в этой области энергии.

Публикация: Ivanov A.A., Matarkin S.V., Timofeev L.V. Measuring temporal characteristics of the Cherenkov radiation signal from extensive air showers of cosmic rays with a wide field-of-view telescope addendum to the Yakutsk array // Physical Review D. 2022. 105, 042008 (2022). Импакт-фактор WoS 5,296.

INSTITUTE of LASER PHYSICS
NOVOSIBIRSK, RUSSIA

Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук

Высокочувствительная атомная магнитометрия в бегущей эллиптически поляризованной световой волне

Авторы: ***Д.В. Бражников, В.И. Вишняков, А.Н. Гончаров***

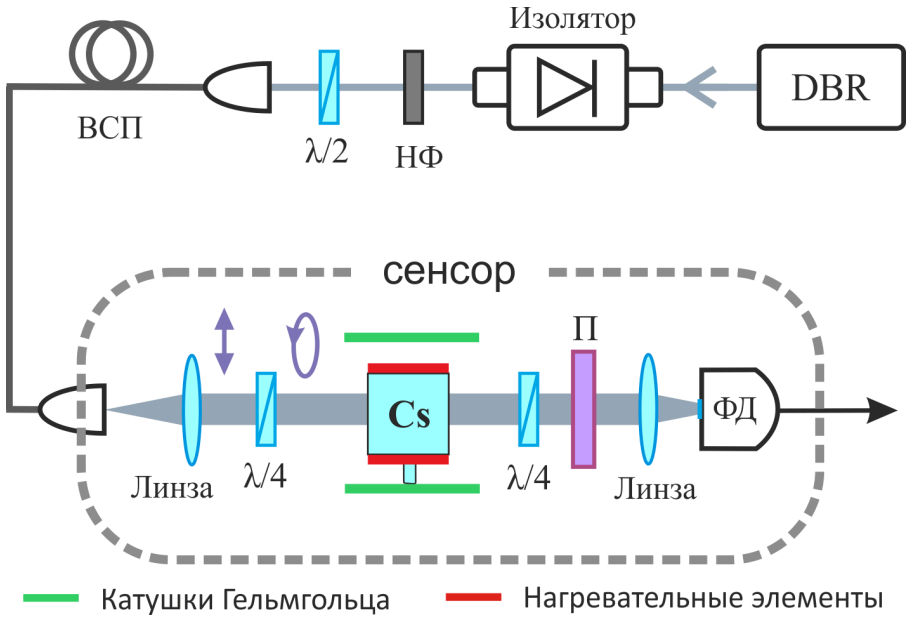


Схема экспериментальной установки: DBR – диодный лазер с распределённым брэгговским отражателем, НФ – нейтральный фильтр, ВСП – волокно с сохранением поляризации, Cs – стеклянная ячейка с атомами цезия, П – поляризатор, ФД – фотодетектор, λ/2 и λ/4 – фазовые пластинки. Температура ячейки ≈ 60°C, интенсивность пучка ≈ 50 мВт/см^2.

Миниатюрные атомные магнитометры (V ~ 1–10 см^3), работающие вблизи нулевого магнитного поля, демонстрируют чувствительность измерений порядка 100 фТл/Гц$^{1/2}$ и быстродействие на уровне 1–10 мс. Они активно внедряются в медицинские и биологические исследования (магнитная энцефалография, магнитная кардиография, биомагнетизм растений). Современные образцы обладают небольшим динамическим диапазоном (≈ 0.1 мкТл) и требуют нагрева ячейки с атомами до относительно высоких температур в диапазоне 130 – 200°C, что представляет проблему для ряда приложений, где сенсор должен быть расположен вплотную к образцу. Нами была разработана новая схема сенсора, рабочая температура атомов в которой не превышает 60°C. Чувствительность измерений на текущий момент составляет ≈ 1000 фТл/Гц$^{1/2}$, но после снижения шумов может быть улучшена до 60 фТл/Гц$^{1/2}$. Предложенный сенсор обладает расширенным динамическим диапазоном (до 1 мкТл).

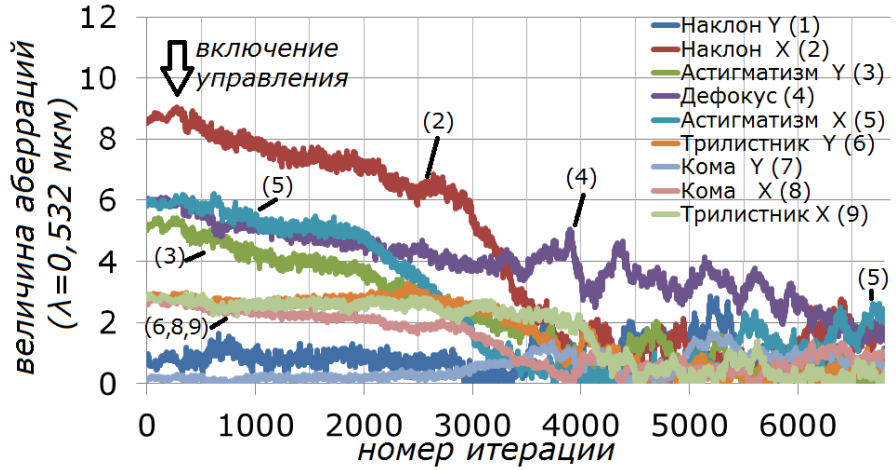
Публикации: D.V. Brazhnikov, V.I. Vishnyakov, A.N. Goncharov, E. Alipieva, C. Andreeva, E. Taskova, “Level-crossing resonances on open atomic transitions in a buffered Cs vapor cell: Linewidth narrowing, high contrast, and atomic magnetometry applications”, *Physical Review A*, vol. 106, 013113 (2022).

ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ им. В.Е. ЗУЕВА СО РАН

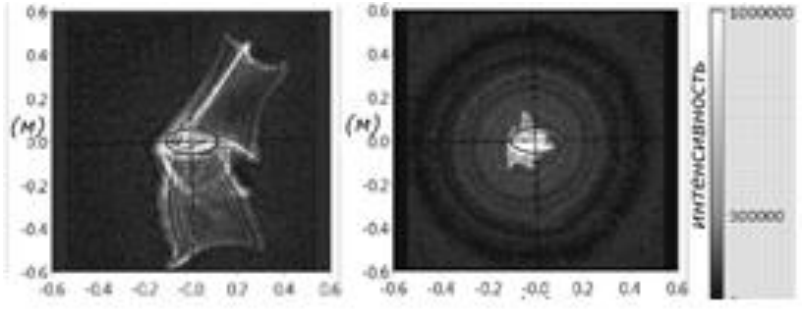
Концерн ВКО Алмаз - Антей

Метод адаптивного управления волновым фронтом лазерного пучка по обратному атмосферному рассеянию

В.А. Банах, Е.В. Гордеев, В.В. Кусков, И.А. Разенков, А.П. Ростов, И.Н. Смалихо, А.Н. Шестернин, Р.Ш. Цвык



Подавление аберраций волнового фронта пучка в процессе коррекции



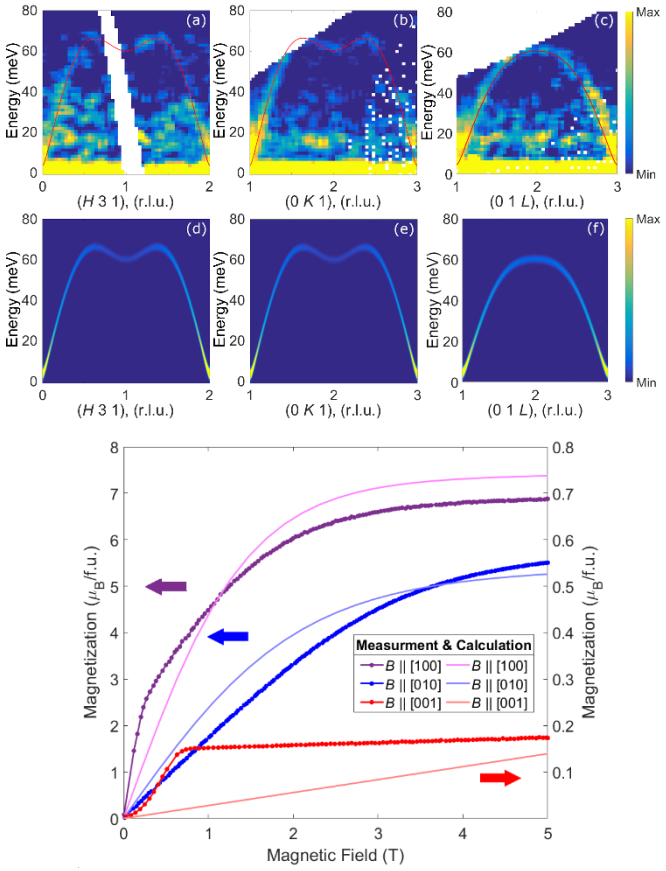
Распределения интенсивности пучка до (слева) и после (справа) коррекции

Разработан метод коррекции искажений волнового фронта частично когерентных лазерных пучков по сигналу обратного атмосферного рассеяния зондирующего излучения. Возможности метода исследованы в атмосферных экспериментах при различных конфигурациях и параметрах приёмо-передающей системы. Показано, что адаптивное управление волновым фронтом этим методом в зависимости от атмосферных условий позволяет уменьшить искажения распределения интенсивности в широких коллимированных пучках до полутора раз, а мощность в узких коллимированных и фокусируемых пучках увеличить до двадцати и более раз; компенсировать уходы пучка от заданного направления с погрешностью, не превышающей несколько микрорадиан.

1. Кусков В.В., Банах В.А., Гордеев Е.В., Шестернин А.Н. // Оптика атмосферы и океана. 2022. Т. 35. № 10. С. 836–842.
2. Банах В.А., Гордеев Е.В., Кусков В.В., Ростов А.П., Шестернин А.Н. // Оптика атмосферы и океана. 2021. Т. 34. № 08. С. 599–605.
3. Банах В.А., Гордеев Е.В., Кусков В.В., Ростов А.П., Шестернин А.Н. // Оптика атмосферы и океана. 2021. Т. 34. № 08. С. 606–616.
4. Кусков В.В., Банах В. А. // Оптика атмосферы и океана. 2021. Т. 34. № 12. С. 976–981.
5. Банах В.А., Жмылевский В.В., Игнатьев А.Б., Морозов В.В., Смалихо И.Н., Цвык Р.Ш., Шестернин А.Н. // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 11. С. 962-969.
6. Банах В.А., Жмылевский В.В., Игнатьев А.Б., Морозов В.В., Разенков И.А., Ростов А.П., Цвык Р.Ш // Квантовая. электроника. 2015. Т. 45, № 2. С. 153–160.

Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

СПИНОВАЯ ДИНАМИКА И ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РЕДКОЗЕМЕЛЬНОМ ОРТОФЕРРИТЕ TbFeO3



Вверху: данные неупругого рассеяния нейтронов и расчет магнонной дисперсии подсистемы Fe^{3+} иона, внизу: сравнение экспериментальных и рассчитанных намагниченностей вдоль различных кристаллографических направлений

Авторы: С.А. Скоробогатов, К.А. Шайхутдинов, Д.А. Балаев (+7 391 243-26-35, dabalaev@iph.krasn.ru), М.С. Павловский, А.А. Красиков, К.Ю. Терентьев

Исследование фундаментальных свойств конденсированных сред является основополагающим процессом при создании перспективных материалов современной микроэлектроники. Одними из таких материалов могут выступать редкоземельные ортоферриты с общей химической формулой $RFeO_3$, где R – редкоземельный ион, поскольку в них наблюдается существование различных магнитных фаз в магнитных подсистемах иона Fe^{3+} и R^{3+}, а также их изменения под действием температуры. При таких переходах направление суммарного магнитного момента подсистемы изменяется и в монокристаллах $RFeO_3$ наблюдается спин-переориентационный переход. В данной работе методом оптической зонной плавки выращен монокристалл $TbFeO_3$ и получены экспериментальные спектры неупругого рассеяния нейтронов вдоль всех кристаллографических осей. Основываясь на полученных данных, определены различные константы взаимодействия и установлена их связь с макроскопическим параметрами $TbFeO_3$.

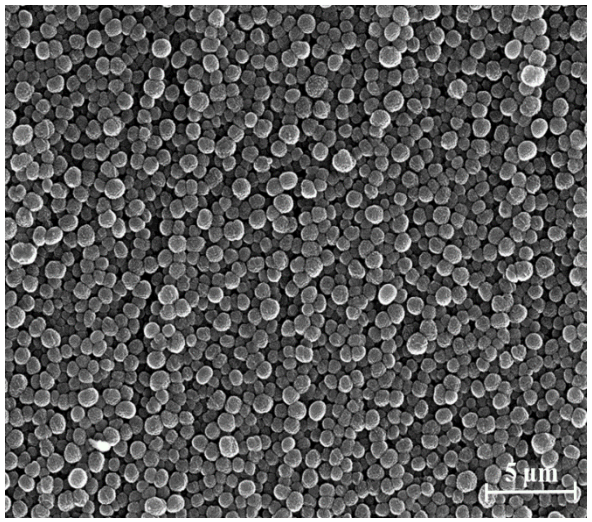
Публикации: S. A. Skorobogatov, K. A. Shaykhutdinov, D. A. Balaev, M. S. Pavlovskii, A. A. Krasikov, and K. Yu. Terentjev Spin dynamics and exchange interaction in orthoferrite TbFeO3 with non-Kramers rare-earth ion, PHYSICAL REVIEW B 106, 184404 (2022). DOI: 10.1103/PhysRevB.106.184404 (Impact Factor WoS/SJR – 3.908/3.778, Q1).

ТУСУР
TUSUR UNIVERSITY

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СИНТЕЗ КЕРАМИЧЕСКИХ И БОРСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ

Авторы: Ю.Г. Юшков, Д.Б. Золотухин, Е.М. Окс, А.В. Тюньков,



Наименование рисунка: Фотография форвакуумного плазменного источника электронов и полученного покрытия на основе бора.

Разработан метод и оборудование для синтеза многофункциональных керамических и борсодержащих покрытий на поверхности металлов и сплавов. Метод основан на использовании уникального форвакуумного плазменного источника электронов – авторской разработке коллектива, благодаря которой удалось решить важную фундаментальную проблему нейтрализации зарядки поверхности диэлектрика электронным пучком и, как следствие, осуществить электронно-лучевое испарение твердотельных диэлектриков (керамики, бор и др.) и синтез на их основе покрытий. Полученные покрытия толщинами от 0,5 до 100 мкм, обладают высоким коэффициентом твердости, позволяют увеличить износостойкость изделий, обладают термобарьерными и коррозионно - стойкими свойствами.

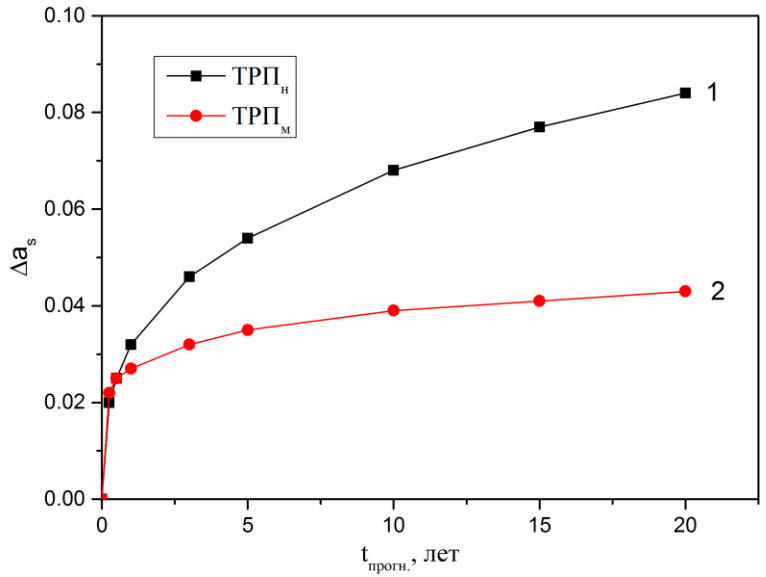
Публикация: Yu.G. Yushkov, S.N. Meisner, E.M. Oks, M.G. Ostapenko, A.V. Tyunkov, D.B. Zolotukhin. Deposition of boron coatings on surfaces by electron-beam evaporation in Forevacuum. // Ceramics International, 2022, https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.09.359. импакт-фактор журнала: 5,53

ТУСУР
TUSUR UNIVERSITY

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Авторы *М.М. Михайлов*
А.Н. Лапин
С.А. Юрьев
В.А. Горончко

ВЫСОКОСТАБИЛЬНОЕ К ДЕЙСТВИЮ ИЗЛУЧЕНИЙ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ПОКРЫТИЕ КЛАССА «ОПТИЧЕСКИЙ СОЛНЕЧНЫЙ ОТРАЖАТЕЛЬ» НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИНКА И ЛИТИЕВОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА



Зависимости изменений интегрального коэффициента поглощения Δa_s от времени пребывания ТРП на ГСО немодифицированного ТРП (1) и ТРП на основе модифицированных пигмента ZnO/nZnO и связующего $Li_2SiO_3/nSiO_2$ (2)

Разработано высокостабильное к действию излучений терморегулирующее покрытие (ТРП) класса «оптический солнечный отражатель» на основе модифицированного собственными наночастицами порошка-пигмента оксида цинка и модифицированного наночастицами диоксида кремния литиевого жидкого стекла. Проведенные испытания к действию электронов, моделирующему действие спектра на геостационарной орбите (ГСО) сроком до 20 лет, показали увеличение радиационной стойкости такого покрытия по сравнению с аналогичным покрытием на основе немодифицированных тех же составляющих более, чем в 2 раза. Помимо космической отрасли разработанное покрытие может быть использовано в строительной индустрии для получения стабильных к действию квантов солнечного спектра красок, плиток, бетонов и асфальтов.

Публикации:

- Михайлов М. М., Лапин А. Н., Юрьев С. А., Горончко В.А. Оптические свойства порошков ZnO, модифицированных наночастицами ZnO // Известия высших учебных заведений. Физика – 2022. – Т. 65. - № 8 (777). – С. 3-9.

- Отчет о научно-исследовательской работе в рамках стратегического проекта №3 «Науки о космосе и инжиниринг» подпроект № 27 по теме: «Разработка технологических основ аддитивного формирования материалов космического назначения на нано-, микро- и макроуровнях с использованием адаптивно управляемых источников» (промежуточный, этап 2, инв.№ 29.04/01-2022 от 14.12.22). – 2022. – 94 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный педагогический университет»

Классификация точных решений уравнений девиации геодезических для гравитационно-волновых пространств Шаповалова III типа

Авторы: Осетрин К.Е., Осетрин Е.К., Осетрина И.И.

Проведена классификация точных решений уравнений девиации геодезических для гравитационно-волновых пространств Шаповалова III типа. Получен точный вид гравитационно-волновых метрик и векторных полей девиации, геодезических как в привилегированных системах координат, допускающих интегрирование уравнения Гамильтона-Якоби для пробных частиц методом разделения переменных, так и в синхронных системах отсчета, где свободно падающий наблюдатель покоится. Для всех рассматриваемых волновых моделей пространства-времени найден вид приливных ускорений в гравитационном поле волны. Получены точные модели первичных гравитационных волн в теории гравитации Эйнштейна для всех допускаемых пространствами Шаповалова III типов Вселенных Бианки, а именно для IV, VI и VII типов Бианки. Для всех полученных точных моделей первичных гравитационных волн найдены точные решения уравнений девиации геодезических, траектории пробных частиц и вид приливных ускорений в поле гравитационной волны.

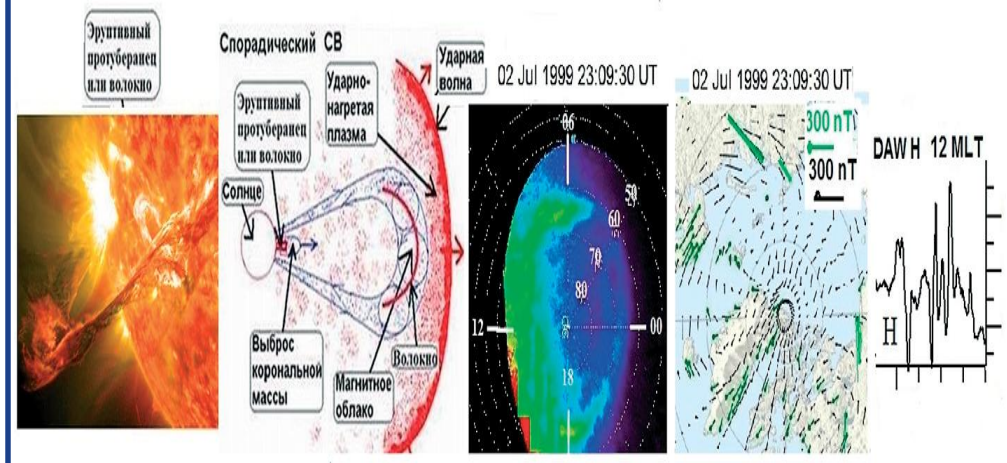
Публикации: Osetrin K.E., Osetrin E.K., Osetrina E.I. Gravitational wave of the Bianchi VII universe: particle trajectories, geodesic deviation and tidal accelerations // European Physical Journal C. – 2022. – Том 82 (10). – Выпуск 10. – 894. DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10852-6.

Osetrin K.E., Osetrin E.K., Osetrina E.I. Geodesic deviation and tidal acceleration in the gravitational wave of the Bianchi type IV universe // European Physical Journal Plus. – 2022. – Том 137 (7). – Выпуск 7. – 856. DOI: 10.1140/epjp/s13360-022-03061-3.

ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет»

ГЕОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭРУПТИВНОГО ПРОТУБЕРАНЦА

Авторы: Пархомов Владимир Александрович, Еселевич Виктор Григорьевич, Еселевич Максим Викторович



Качественная модель распространения структур солнечного ветра ДСЭП от Солнца до Земли:
а — пример эрупции протуберанца (волокна) на Солнце;
б — характерные части спорадического потока СВ;
в — отклик на контакт ДСЭП в полярных сияниях;
г — векторная диаграмма ионосферных токов [33,34];
д — фрагмент магнитограммы с записью Pi2-Pi3 на обсерватории в околополуденные часы

Впервые рассмотрена цепочка явлений от Солнца до Земли, позволяющая исследовать механизм геоэффективности эруптивных протуберанцев, которые распространяются от Солнца внутри корональных выбросов массы. Эруптивный протуберанец, выброшенный в солнечный ветер, движется с его скоростью к Земле в виде диамагнитной структуры эруптивного протуберанца (ДСЭП). Главной особенностью ДСЭП является большой резкий скачок концентрации плазмы *N* внутри него при одновременном резком уменьшении модуля ММП *B*. Именно, вследствие антикорреляции профилей *N* и *B* внутри ДСЭП его контакт с магнитосферой может приводить не только к сжатию магнитосферы, но и к прохождению вещества ДСЭП внутрь магнитосферы. Продолжительность магнитосферного возмущения в виде полярных сияний на дневной стороне, глобального усиления токовых систем, возрастания потоков заряженных частиц в радиационных поясах и генерации нерегулярных пульсаций типа Pi2-3 определяется размером ДСЭП. Приведены статистические исследования ДСЭП, наблюдаемых в разные годы солнечной активности. Построена качественная модель геоэффективности ДСЭП.

Публикации: Пархомов, В. А. Геоэффективность эруптивного протуберанца / В. А. Пархомов, В. Г. Еселеев, М. В. Еселеев // System Analysis and Mathematical Modeling. – 2022. – Т. 4. – № 2. – С. 123-151. – 10.17150/2713-1734.2022.4(2).123-151.

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр» Сибирского отделения Российской академии наук»

Повышение критических параметров гранулярных сверхпроводников с вискерс-подобными включениями Al_2O_3, MoO_3, CuO

Авторы: А.В. Ушаков, И.В. Карпов, Л.Ю. Федоров

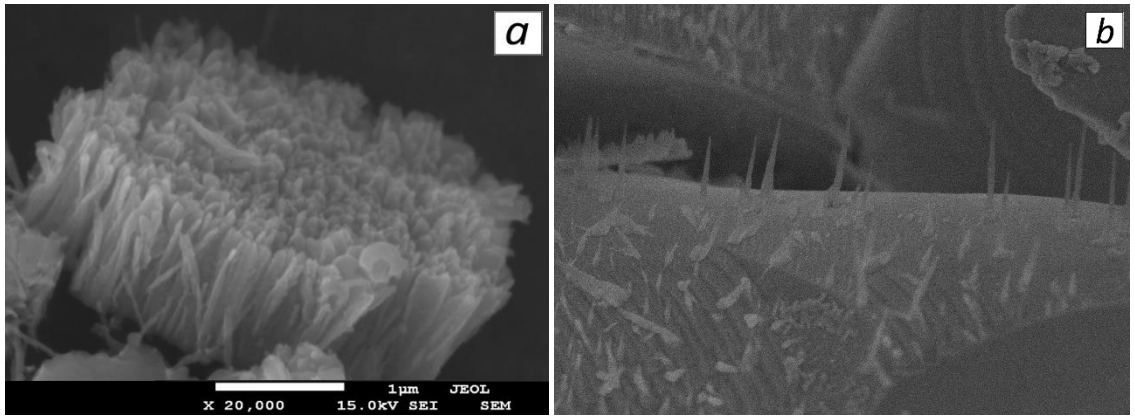


Рис. Нановискерсы оксида меди CuO: в виде наноструктурированной высокопористой пленки (a), в составе сверхпроводящего композита YBCO-нано CuO (b).

При работе в газосенсорных устройствах такая морфология обеспечивает высокую газовую проницаемость. Впоследствии, в результате адсорбционных/десорбционных процессов в различных газах, значительно изменяется электрическое сопротивление между соседними нанопроволоками.

Нановискерсы способствуют формированию более плотной структуры ВТСП, а также, играя роль центров пиннинга, оказывают положительное влияние на процессы как внутри гранул, так и в межгранулярной области, что улучшает сверхпроводимость.

В работе показано, что вискерс-подобные включения Al_2O_3, MoO_3, CuO в объемные сверхпроводники YBCO благоприятно сказываются на их критических параметрах. Повышается температура перехода в сверхпроводящее состояние (без изменения ширины), а критическая плотность тока принимает до 3-х раз большее значение в широком диапазоне приложенных магнитных полей. Основным механизмом, ответственным за описанные изменения, является процесс усиления пиннинга магнитных вихрей на нановискерсах, благодаря их диаметру, сопоставимому с длиной сверхпроводящей когерентности. Кроме того, в нанокомпозитах достигается увеличение прочности связей между гранулами, что оказывает синергетический эффект при рассмотрении сверхпроводника в рамках двухуровневой модели критического состояния.

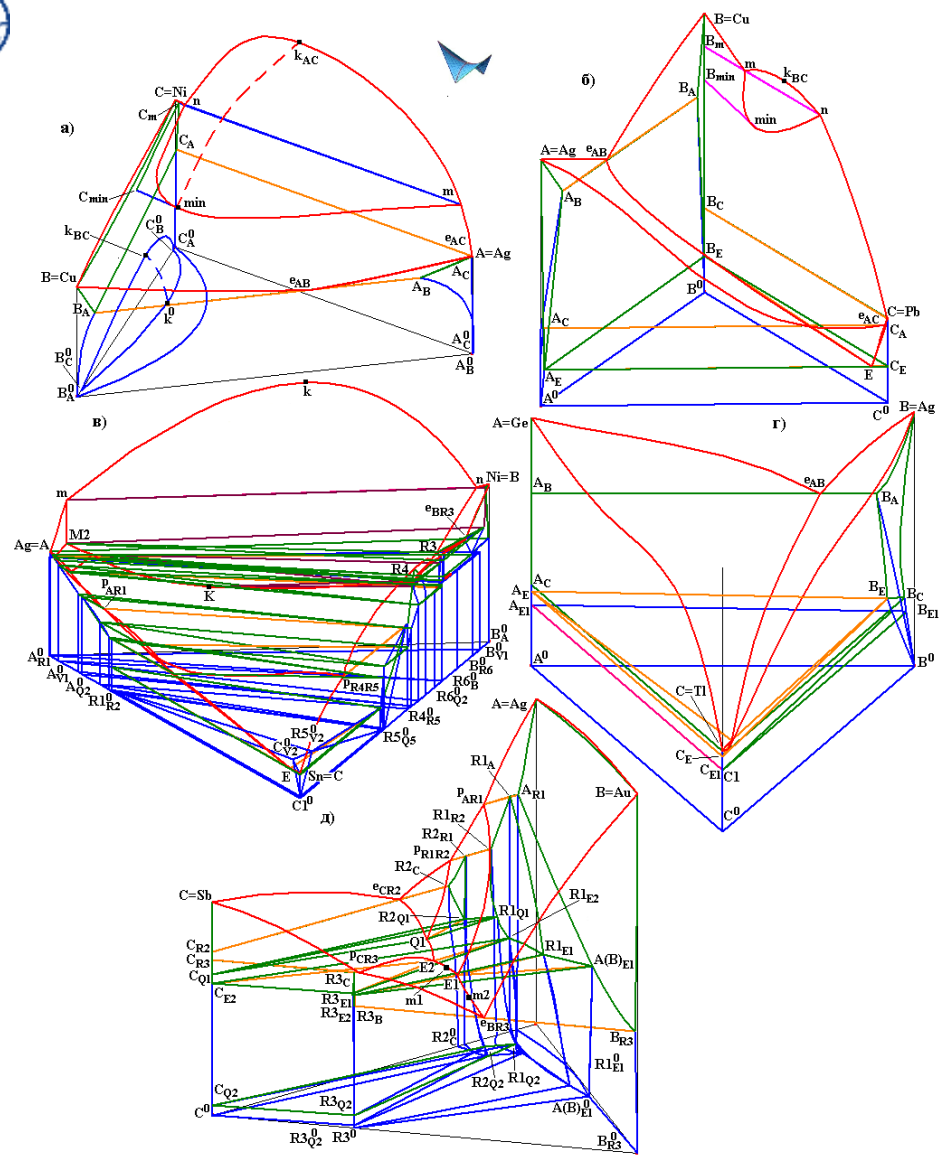
Публикации: 1. Л.Ю. Федоров, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. Синтез и хеморезистивная чувствительность к водороду наноструктурированных пленок CuO // Письма в ЖТФ. 2022. Том 48, вып. 14. С. 18-22. (doi: 10.21883/PJTF.2022.14.52864.19197).

2. Л.Ю. Федоров, А.В. Ушаков, И.В. Карпов, Е.А. Гончарова, М.В. Брунгардт. Исследование микротвердости композиционных материалов высокотемпературный сверхпроводник YBCO – нановолокна MoO3 // Материаловедение. – 2023. (В печати)

Сектор компьютерного конструирования материалов

Фазовые равновесия и конструирование микроструктуры сплавов в системах с Ag и Au

Авторы: Луцык В.И., Воробьева В.П., Зеленая А.Э., Зырянов А.М., Насрулин Э.Р., Парфенова М.Д., Ламуева М.В.



Компьютерные 3D модели фазовых диаграмм Ag-Cu-{Ni, Pb} (а, б), Ag-Ni-Sn (в), Ag-Tl-Ge (г), Ag-Au-Sb (д)

Построены 3D компьютерные модели изобарных фазовых диаграмм пяти тройных систем, образованными серебром (золотом) с элементами группы d (Au, Cu, Ni) и группы p (Ge, Pb, Sb, Sn, Tl) ПС Д.И. Менделеева, способных заменить, в соответствии с требованиями экологической безопасности, традиционные припои на основе олова и свинца. На основе прототипа модели фазовой диаграммы Ag-Tl-Ge выявлен эффект смены типа трехфазного превращения с участием Ge и двух аллотропов Tl, влияющий на итоговый набор микроструктуры. Для системы Ag-Au-Sb построены два варианта 3D моделей фазовой диаграммы, показано, что окончание кристаллизации в системе наступает после твердофазного превращения квазиперитектоидного типа. Адекватность моделей подтверждается согласованием с двумя вариантами исходных разрезов. Построены диаграммы материального баланса для выбранных расплавов, показывающие ход их кристаллизации и отслеживающие формирование микроструктуры.

1. Vorob'eva V.P., Zelenaya A.E., Lutsyk V.I., Parfenova M.D. // Russian Journal of Physical Chemistry. 2022. V. 96. No 12. P. 2610-2618 (Web of Sci, Scopus, РИНЦ).
2. Parfenova, M.D., Vorob'eva V.P., Lutsyk V.I. // Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical Series. 2022. V. 58. No 2. P. 149-157 (Scopus, РИНЦ).
3. Shtykova M.A., Vorob'eva V.P., Fedorov P.P., Molokeev M.S. et. al. // Journal of Solid State Chemistry. 2022. V. 316. P. 123573 (Web of Sci, Scopus, РИНЦ).
4. Зеленая А.Э., Луцык В.И., Балданов В.Д. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2022. № 4 (Scopus, РИНЦ). Принято в печать.
5. Воробьева В.П., Луцык В.И., Парфенова М.Д. // Журнал неорганической химии. 2023. Т. 67. № 1 (Web of Sci, Scopus, РИНЦ). Принято в печать.
6. Воробьева В.П., Зеленая А.Э., Луцык В.И., Ворожцов В.А., Альмяшев В.И., ак. РАН Столярова В.Л. // Доклады Академии Наук. 2023. (Web of Sci, Scopus, РИНЦ). Принято в печать.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662016 РФ. Пространственная трехмерная компьютерная модель фазовой диаграммы системы Al-YbAl2-SrAl4: № 2022616704: заявл. 13.04.2022: опубл. 29.06.2022 / В.И. Луцык, В.П. Воробьева, А.Э. Зеленая, Э.Р. Насрулин, М.Д. Парфенова; заявитель ИФМ СО РАН.

Генерация дуальных солитон-комбов в $\chi^{(2)}$ микрорезонаторах

Б. Стурман, Е. Подивилов (ИАЭ СО РАН), С. Смирнов (НГУ); sturman@iae.nsk.su, 8-913-919-71-13

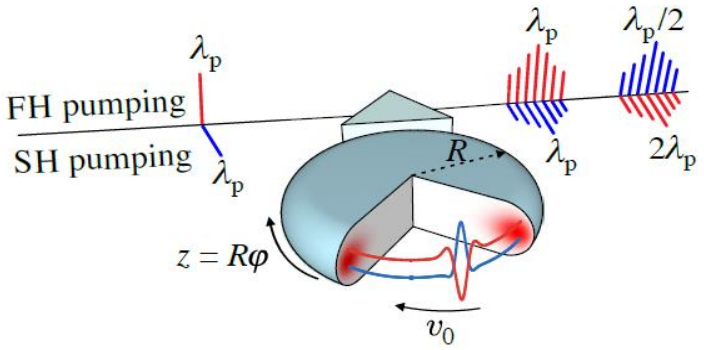
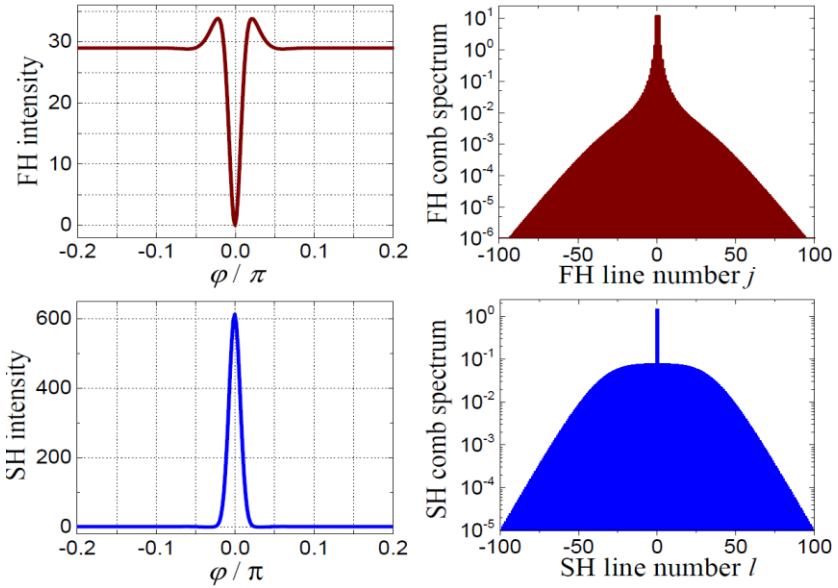


Схема генерации дуальных комбов-солитонов



Пример дуальных комбов-солитонов

Показано аналитически и численно, что монохроматическая накачка высокодобротных микро-резонаторов с квадратичной нелинейностью может приводить к эффективной генерации узких диссипативных солитонов и связанных с ними широких частотных комбов (гребёнок). Каждый солитон (комб) дуален - состоит из компонент, относящихся к 1й и 2й гармоникам, связанным условием синхронизма. Найденные нелинейные состояния не только локально устойчивы, но и реализуемы при не резком включении накачки и выполнении условий: (a) Накачка во 2ю гармонику. (b) Групповые скорости 1й и 2й гармоник близки (для $LiNbO_3$ резонаторов отвечает длине волны накачки 1349 nm). (c) Знаки дисперсий для 1й и 2й гармоник противоположны (выполняется для $LiNbO_3$). Найденные солитонные решения многопараметрические - допускающие перестройку экспериментальных параметров. Они относятся к двум качественно различным (топологическим) типам солитонов. Полученные результаты прорывные, не имеющие аналогов в литературе. Грант РФФИ 20-02-00511

1. E. Podivilov, S. Smirnov, I. Breunig, and B. Sturman, Phys. Rev. A **101**, 023815 (2020).
2. S. Smirnov, B. Sturman, E. Podivilov, and I. Breunig, Optics Express **28,** 18006 (2020).
3. E. Podivilov, B. Sturman, and I. Breunig, J. Opt. Soc. Am. B **37**, 3316 (2020).
4. J. Szabados, B. Sturman, and I. Breunig, APL Photonics **5**, 116102 (2020).
5. J. Szabados, N. Amiune, B. Sturman, and I. Breunig, Optics Express, **29**, 13925 (2021).
6. S. Smirnov, V. Andryshkov, E. Podivilov, B. Sturman, I. Breunig, Optics Express **24,** 27434 (2021).
7. B. Sturman, E. Podivilov, and S. Smirnov, Invited talk, International Workshop on $\chi^{(2)}$ *photonics in Microresonators* – 2021, 13-14 April, www.microcomb-eu.org/chi-2-photonics-videos.
8. B. Sturman, E. Podivilov, J. Szabados, and I. Breunig, J. Opt. Soc. Am. B **39**, 378 (2022).
9. E. Podivilov, S. Smirnov, and B. Sturman, JETP Lett. **115**, 553 (2022).
10. S. Smirnov, E. Podivilov, and B. Sturman, J. Opt. Soc. Am. B (submitted).

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Большие обратимые деформации в мартенситном состоянии в монокристаллах сплава NiFeGaCo

Авторы: Панченко Е.Ю., Тохметова А.Б., Суриков Н.Ю., Ефтифеева А.С., Тагильцев А.И., Тимофеева Е.Е., Курлевская И.Д., Чумляков Ю.И.

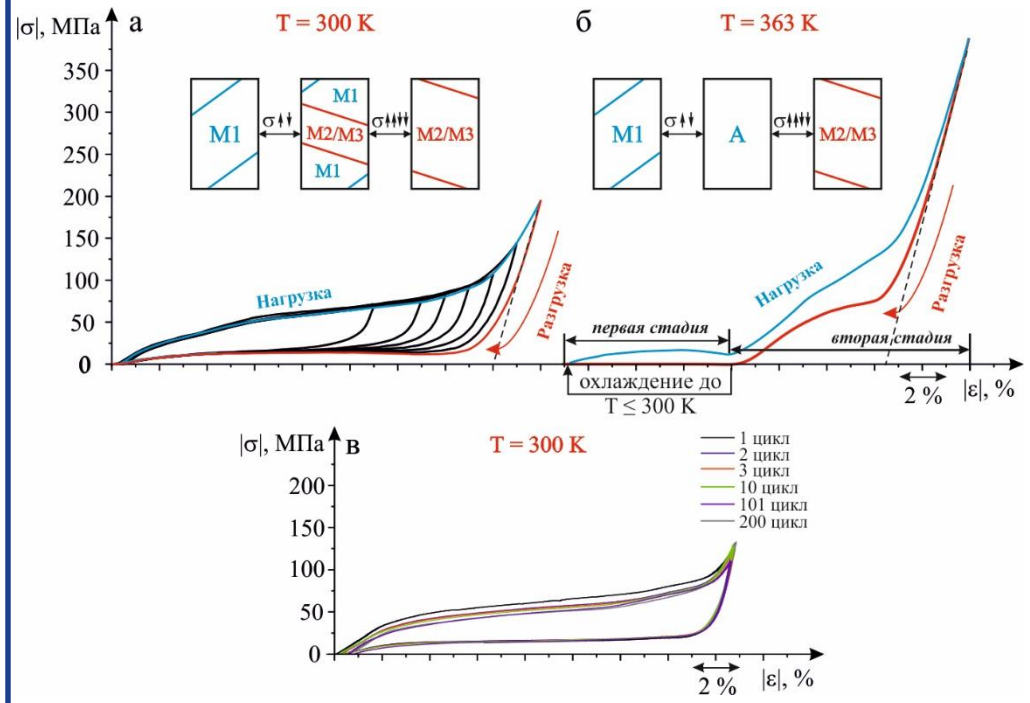


Рисунок 1 – Температурная зависимость ферроэластичности (а, б) и ее циклическая стабильность (в) на монокристаллах сплава $Ni_{49}Fe_{18}Ga_{27}Co_6$

Впервые на монокристаллах сплавах NiFeGaCo получены большие обратимые деформации (ферроэластичность) в циклах нагрузка/разгрузка при комнатной температуре до 16 % за счет переориентации мартенситных вариантов путем движения двойниковых границ (рис. 1а). Полученная деформация превышает более чем в 2 раза величину сверхэластичности (до 6 %), а также характеризуется постоянными критическими напряжениями переориентации вариантов мартенсита в широком интервале температур. При температуре 363 К наблюдается переориентации вариантов мартенсита посредством обратного и затем прямого превращения (рис. 1б). Ферроэластичность демонстрирует хорошую циклическую стабильность (рис. 1в). Благодаря этим свойствам данные сплавы могут быть использованы при изготовлении силовых приводов, демпферов в современных технологиях авиакосмической и микросистемной техники.

Публикации:

1) Temperature dependence of martensite variant reorientation in stress-induced martensite aged $Ni_{49}Fe_{18}Ga_{27}Co_6$ single crystals / E. Panchenko, A. Tokhmetova, N. Surikov, A. Eftifeeva, A. Tagiltsev, E. Timofeeva, Y. Chumlyakov, G. Gerstein, H.J. Maier // Scripta Materialia 194 (2021) 113618;

2) The cyclic stability of rubber-like behaviour in stress-induced martensite aged $Ni_{49}Fe_{18}Ga_{27}Co_6$ (at.%) single crystals / E.E. Timofeeva, E.Yu. Panchenko, A.B. Tokhmetova, A.S. Eftifeeva, Yu.I. Chumlyakov, M.N. Volochaev // Materials Letters 300 (2021) 130207;

3) Regularities of functional properties in stress-induced martensite aged single crystals of $Ni_{51}Fe_{18}Ga_{27}Co_4$ ferromagnetic alloy / A.B. Tokhmetova, E.Yu. Panchenko, I.D. Kurlevskaya, M.V. Zherdeva, Yu.I. Chumlyakov // Russian Physics Journal 65 №12 (2022) 103-110.