



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

#### ЗАПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИБИРСКОГО РАДИОГЕЛИОГРАФА

Автор: Лесовой Сергей Владимирович

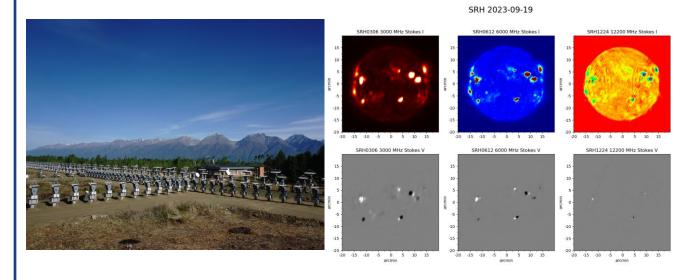


Рисунок. Слева — общий вид Сибирского Радиогелиографа. Справа — изображения Солнца, полученные Сибирским Радиогелиографом на 3.0, 6.0 и 12.2 ГГц. Вверху интенсивность, внизу круговая поляризация.

Сибирский Радиогелиограф первый солнечный радиотелескоп, позволяющий получать спектры микроволнового излучения Солнца в каждой точке солнечного диска. В мире не существует микроволновых радиотелескопов апертурного синтеза, состоящих из такого количества элементов. Антенная решетка, содержащая три сегмента из 128, 192 и 206 антенн в диапазонах 3-6, 6-12 и 12-24 ГГц, позволяет получать уникальные данные чувствительности, ПО пространственному спектральному разрешению. Ниже показан общий вид Сибирский радиогелиограф и изображения Солнца, полученные на частотах 3.0, 6.0, 12.2 ГГц.

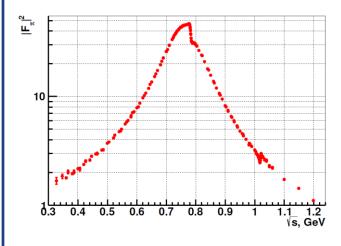
#### Публикация:

A. M. Uralov, V. V. Grechnev, S. V. Lesovoi, M. V. Globa, Plasma Heating in an Erupting Prominence Detected from Microwave Observations with the Siberian Radioheliograph // Solar Phys. 2023, Volume 298, Issue 10, article id. 117. DOI: 10.1007/s11207-023-02210-w

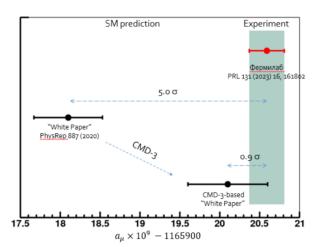


### Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук

Прецизионное измерение сечения  $e^+e^- o \pi^+\pi^-$  с детектором КМД-3 на коллайдере ВЭПП-2000 показало согласие между измеренным значением аномального магнитного момента мюона и предсказанием Стандартной модели *двторы: коллаборация КМД-3* 



Зависимость сечения процесса  $e^+e^- o \pi^+\pi^-$  от энергии, измеренная КМД-3.



Сравнение величины аномального магнитного моменте мюона  $a_{\mu}$ , измеренной в эксперименте, с предсказанием Стандартной модели. Красный цвет — измеренное значение  $a_{\mu}$ . Черный цвет — предсказание Стандартной модели: слева — с использованием предыдущих измерений сечения  $e^+e^- \to \pi^+\pi^-$ , справа — с использованием измерения КМД-3 вместо предыдущих измерений.

В эксперименте с детектором КМД-3 на коллайдере ВЭПП-2000 измерено сечение процесса  $e^+e^- \to \pi^+\pi^-$  в области энергии от 320 до 1200 МэВ. Результат основан на рекордном в мире объеме экспериментальной статистики, набранной в период с 2013 по 2020 гг. В области максимума резонанса  $\rho(770)$  достигнута систематическая ошибка 0.7%.

 $e^+e^- o\pi^+\pi^-$ Процесс определяет вклад СИЛЬНЫХ взаимодействий в аномальный магнитный момент мюона  $a_{\mu}$ . КМД-3. При использовании результата предсказание Стандартной модели для  $a_{\mu}$  согласуется с наблюдаемым в эксперименте значением в пределах 0.9 стандартных отклонений.. При использовании предыдущих сечения  $e^+e^- o\pi^+\pi^$ наблюдалась экспериментом и предсказанием СМ в 5 стандартных отклонений.

- ✓ Публикация: 1. F.V.Ignatov et al. (CMD-3 Collaboration) Measurement of the pion formfactor with CMD-3 detector and its implication to the hadronic contribution to muon (g-2) // arXiv:2309.12910 [hep-ex]
- ✓ 2. F.V.Ignatov et al. (CMD-3 Collaboration) Measurement of the  $e^+e^- \to \pi^+\pi^-$  cross section from threshold to 1.2 GeV with the CMD-3 detector // arXiv:2302.08834 [hep-ex]



### Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской

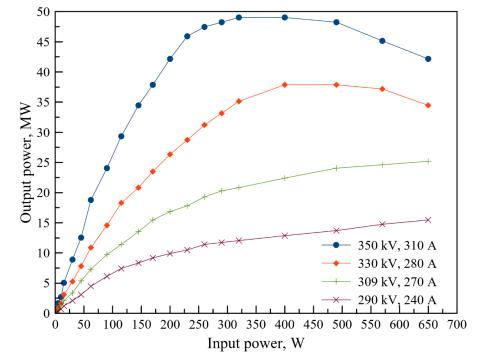
академии наук

#### В ИЯФ СО РАН разработан и изготовлен первый действующий прототип клистрона S-диапазона с импульсной

#### мощностью 50 МВт

Авторы: А.Е. Левичев, А.М. Барняков, С.Л. Самойлов, Д.А. Никифоров, В.Я. Иванов, М.В. Арсентьева, Д.И. Чекменев, О.А. Павлов, И.Л. Пивоваров Достигнутые значения:





Параметры	Значение
Частота	2856±4 МГц
Выходная импульсная мощность	55±4 МВт
Входная мощность	350 Вт
Длительность СВЧ импульса	1.5 мкс
Частота повторения	до 5 Гц
Ток пучка	310 A
Высокое напряжение анода	350 кВ

В Институте ядерной физики им. Будкера СО РАН разработан и изготовлен первый действующий прототип клистрона S-диапазона с частотой 2856 МГц и пиковой мощностью 50 МВт. Данный клистрон прошел испытания и продемонстрировал необходимые параметры. Клистроны такого типа востребованы при создании линейных электронных ускорителей с высокой энергией частиц, необходимых как для физики элементарных частиц, так и для прикладных исследований с помощью электромагнитного излучения. Все элементы, за исключением катода, спроектированы и изготовлены в ИЯФ СО РАН. Изготовление рабочего варианта клистрона необходимо для замещения иностранных клистронов подобного типа, которые в нынешнее время не поставляются в Российскую Федерацию. В настоящее время клистрон успешно продолжает работать в качестве СВЧ стенда для тренировки СВЧ мощностью элементов линейного ускорителя инжектора СКИФ.



### Федеральное государственное бюджетное учреждения науки Институт автоматики и электрометрии СО РАН (ИАиЭ СО РАН) и Научный центр волоконной оптики ИОФ РАН



Пространственная и спектральная локализация излучения в многосердцевинном волоконном лазере с резонатором на основе 3D массива брэгговских решеток

А.Г.Кузнецов, А.А.Вольф, М.И.Скворцов, А.В.Достовалов, Е.В.Подивилов, С.А.Бабин\* (ИАиЭ); Авторы: О.Н.Егорова, С.Л.Семенов (НЦВО ИОФ РАН)

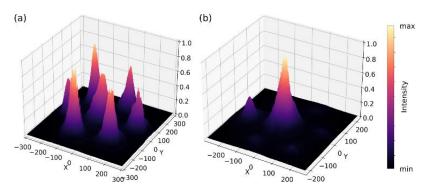
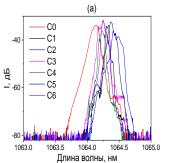
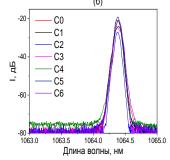


Рис.1 Выходной пучок: до порога (накачка) (а) и при 5 Вт ВКР-генерации (б)





**Разработана технология** фемтосекундной поточечной записи **3D массивов** волоконных брэгговских решеток (ВБР) [1]. В пассивном 7-сердцевинном световоде с резонатором на основе массива плотных ВБР накачка и внутрирезонаторная ВКР генерация распределяются между всеми (связанными) сердцевинами, а выходной пучок ВКР выходит из центральной сердцевины (рис.1) – получена пространственная локализация (сложение пучков) [1].

В отсутствие оптической связи в 7-сердцевинном активном (Yb) световоде с массивом из 7 ВБР спектр генерации состоит из 7 независимых линий (рис.2а), тогда как в присутствие оптической связи сердцевин спектр коллапсирует в одну линию (рис.2b) - обнаружена **спектральная локализация** пучков. Построенная модель показывает, что в этом случае происходит гибридизация супермод, а спектр генерации определяется среднегеометрическим спектром разных ВБР (~0,1) нм при 33 Вт), сужаясь с увеличением их разброса [2].

Т. о. предложен новый поход к управлению пространственно-спектральными характеристиками многосердцевинных волоконных лазеров, имеющий Рис.2 Спектр генерации 7-сердцевинного Yb-лазера: без связи (а), со связью (б). фундаментальную и практическую значимость.

- 1. A. Wolf, A. Dostovalov, K. Bronnikov, M. Skvortsov, S. Wabnitz, and S. Babin. Advances in femtosecond direct writing of fiber Bragg gratings in multicore fibers: technology, sensor and laser applications. Opto-Electronic Advances 5 (4) 210055 (2022) Q1 / IF=14.1
- 2. A.G. Kuznetsov, A.A. Wolf, O.N. Egorova, S.L. Semjonov, A.V. Dostovalov, E.V. Podivilov, S.A. Babin. Spectrum collapse in a 7-core Yb-doped fiber laser with an array of fs-inscribed fiber Bragg gratings. Opt. Lett. 48 (13) 3603-3606 (2023). Q1 / IF=3.6
- 3. S.A. Babin. Advances in femtosecond laser direct writing of fiber Bragg gratings: technology, sensor and laser applications. VII Int. Conf. "UltrafastLight-2023" (2-4 Oct. 2023, Moscow) пленарный доклад.
- 4. S.A. Babin. New laser regimes in multimode and multicore fibers with femtosecond-pulse inscribed 1D-3D refractive-index structures. Advanced Fiber Laser Conference 2023 (Nov. 12-14, Shenzhen) пленарный доклад





# **Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук**

### Генерация магнитозвуковых волн при электрическом взрыве проводников мегаамперными импульсами тока

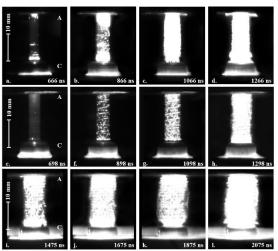


Рис. 1. Оптические изображения взорванных проводников диаметром d = 3 мм ( a, b, c и d – shot 3034); d = 4 мм (e, f, g и h – shot 3032) и d = 5 мм (i, j, k и l – shot 3029)

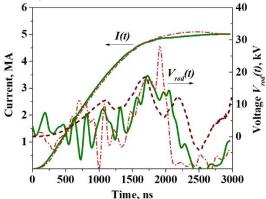


Рис. 2. Осциллограммы тока и напряжения для проводников d = 3 мм: сплошные и штрихпунктирные линии — экспериментальные кривые; пунктирная линия — МГД расчет

Авторы: В.И. Орешкин, В.А. Кокшенев, Н.А. Ратахин, А.Г. Русских, А.А. Жерлицын, А.С. Жигалин

На сильноточном импульсном генераторе ГИТ-12 (амплитуда тока до 5 МА, время нарастания тока около 2 мкс) проведены эксперименты по взрыву цилиндрических медных проводников в режиме скинирования тока. В экспериментах обнаружено, что временные зависимости электрического импеданса испытывают низкочастотные колебания с периодом несколько сотен наносекунд. Магнитогидродинамические расчеты, целью которых являлась интерпретация экспериментов, показали, что обнаруженные низкочастотные колебания связаны с возбуждением в веществе проводника быстрой магнитозвуковой волны. Магнитозвуковые волны возбуждаются в керне взрываемого стержня, поэтому электрофизические измерения несут информацию о состоянии плотной приосевой плазмы, в которой реализуются наиболее экстремальные состояния металла. Так как в экспериментах керн скрыт от непосредственного наблюдения внешней малоплотной «шубой», то ценность электрофизических измерений крайне значима.

Публикации: V.I. Oreshkin, R.B. Baksht, S.A. Chaikovsky, R.K. Cherdizov, V.A. Kokshenev, N.E. Kurmaev, G.A. Mesyats, E.V. Oreshkin, N.A. Ratakhin, A.G. Rousskikh, A.A. Zherlitsyn, A.S. Zhigalin. Generation of magnetosonic waves by electrical explosion of conductors driven by mega-ampere current pulses. // Physics of Plasmas. 2023. V. 30. P. 113508; https://doi.org/10.1063/5.0166729, импакт-фактор по JCR: 2,2 (0,783 по SJR, CiteScore 2022: 4.1)

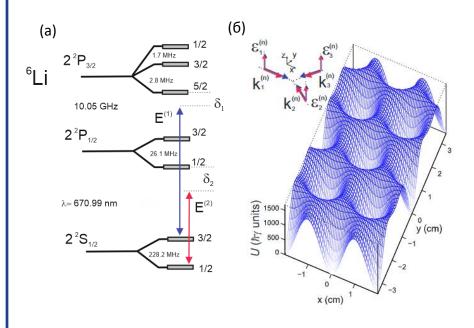




### Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук

#### Концепция ячейки холодных атомов для квантовых сенсоров и стандартов частоты

**Авторы** О.Н. Прудников, Р.Я. Ильенков, А.В. Тайченачев, В.И. Юдин, С.Н. Багаев



- **(a)** Схема индуцированных переходов в атомах лития в бихроматическом поле для реализации глубокого оптического потенциала.
- (б) Формируемый макроскопический диссипативный потенциал. Параметры поля: отстройки  $\delta_1$  = -2 $\gamma$ ,  $\delta_2$  = -3 $\gamma$ , Интенсивности полей  $I_1$  = 9мВт/см²,  $I_2$  = 20 мВт/см².

Впервые показана возможность реализации полностью оптической глубокой диссипативной ловушки для лазерного охлаждения и захвата атомов. Для реализации такой ловушки не требуется наличие магнитного поля, а ее глубина сравнима с магниооптическими ловушками (МОЛ), что позволяет использовать ее как замену МОЛ. Отсутствие магнитных полей в зоне охлаждения позволяет осуществлять прецизионные манипуляции с квантовой системой сразу после этапа охлаждения, что принципиально для создания компактных систем. Использование полей с линейной поляризацией, в отличие от МОЛ, приводит к более эффективному субдоплеровскому охлаждению. Это позволяет достигать существенно меньших температур лазерного охлаждения ~10μК для атомов лития [1], что почти на два порядка меньше, чем в стандартных МОЛ. Данная схема может быть реализована и для других элементов. Предложенный механизм реализации диссипативных сил позволяет сформировать концепцию «ячейки холодных атомов», что является альтернативой стандартным МОЛ при создании компактных прецизионных квантовых сенсоров и стандартов частоты на основе холодных атомов.

Публикации: O. N. Prudnikov, et. al. "Deep macroscopic pure-optical potential for laser cooling and trapping of neutral atoms" Phys. Rev. A v.108, 043107 (2023)

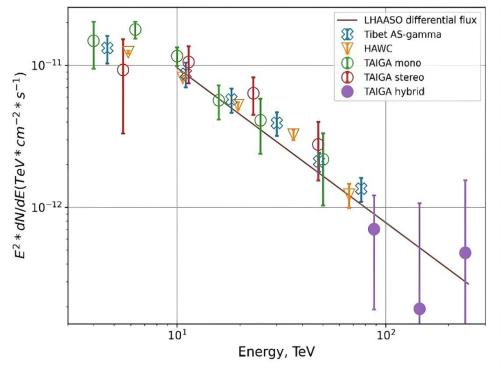




### ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» соисполнитель: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

#### СПЕКТР ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА В КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ В ОБЛАСТИ СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Авторы: <u>Н.М. Буднев, Л.А. Кузьмичев,</u> коллаборация TAIGA



Энергетический спектр гамма-квантов от Крабовидной туманности: моно 12 сигма, 150 часов; стерео 5 sigma, 37 часов (2 IACT); гибридный 2 sigma , 250 часов (1 IACT и 50 TAIGA-HISCORE станций 0,45 км2)

Впервые черенковским методом получены данные о гамма-излучении сверхвысоких энергий (больше 80 ТэВ) источника в Крабовидной туманности. Этот результат является подтверждением гипотезы о том, что в остатках сверхновых происходит ускорение частиц до энергий выше  $10^{15}$  эВ. До недавнего времени экспериментально не было установлено, в каких именно астрофизических источниках происходит ускорение космических лучей до сверхвысоких энергий. Первые сведения о таких источниках были получены только в 2021 году в эксперименте LHAASO, но другим методом (путем регистрации заряженных частиц широких атмосферных ливней, инициированных в результате взаимодействия гамма-квантов с атмосферой). Данный результат получен независимой методикой с помощью гибридного комплекса установок ТАІGA-1

#### Публикации:

I. Astapov et al, The TAIGA — a Hybrid Detector Complex in Tunka Valley for Astroparticle Physics, Cosmic Ray Physics and Gamma-Ray Astronomy //Physics of Atomic Nuclei, 2023, Vol. 86, No. 4, pp. 472–478. DOI: 10.1134/S1063778823040051



# Федеральное государственной бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН

#### Возникновение и дефазировка зон Флоке-Блоха на временных масштабах меньше периода волны

Авторы: <u>S. Ito, M. Schüler, M. Meierhofer, S. Schlauderer, J. Freudenstein, J. Reimann, D. Afanasiev, K.A. Kokh,</u>
O.E. Tereshchenko, J. Güdde, M.A. Sentef, U. Höfer, R. Huber

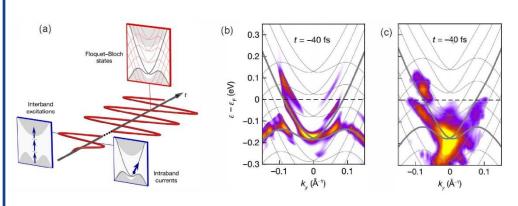


Рисунок. (а) Иллюстрация фундаментальных электронных процессов, индуцированных интенсивным электромагнитным полем среднего ИК диапазона в твердых телах. Периодическое изменение сильного поля ИК волны приводит к появлению состояний Флоке-Блоха: многофотонное межзонное возбуждение, а также внутризонные токи, индуцированные электромагнитной волной, происходят на субпериодном масштабе. Объект исследования - топологический изолятор теллурид висмута ( $Bi_2Te_3$ ).

(b) и (c) Теоретические и экспериментальные спектры tr-ARPES: удалось обнаружить заполнение состояний Флоке, а также процесс, при котором внутризонное движение электронов приводит к заселению объемных состояний через зоны Флоке.

Сильные электромагнитные (световые) поля открывают возможности для создания новых функциональных свойств твердых тел. Состояния Флоке-Блоха формируются под действием периодического движения электронов и могут создавать экзотические квантовые фазы. На временных масштабах меньше периода волны, световые волны могут одновременно вызывать внутризонные токи и межзонные переходы, что обеспечивает генерацию высоких гармоник и открывает путь к сверхбыстрой электронике.

Реализована визуализация сверхбыстрого формирования зон Флоке-Блоха с помощью фотоэмиссионной спектроскопии с временным и угловым разрешением (tr-ARPES) (Puc.1(a)).

Зоны Флоке возникают в течение одного оптического цикла (25 ТГц), при этом внутризонное ускорение одновременно происходит в нескольких зонах (Рис.1 b, c), пока высокоэнергетические электроны не рассеиваются в объемные состояния и диссипация не разрушает зоны Флоке.

Сверхбыстрые эксперименты с системами конденсированного состояния вещества все чаще позволяют исследовать и контролировать свойства материалов на фемтосекундном временном масштабе, и эти результаты - еще один шаг на этом пути.

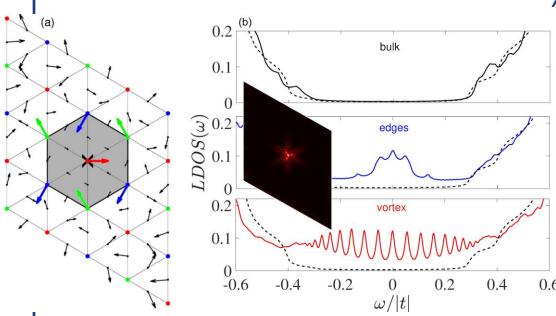
Публикации: S. Ito, M. Schüler, M. Meierhofer, S. Schlauderer, J. Freudenstein, J. Reimann, D. Afanasiev, K.A. Kokh, O.E. Tereshchenko, J. Güdde, M.A. Sentef, U. Höfer, R. Huber, Build-up and dephasing of Floquet–Bloch bands on subcycle timescales. Nature, 616 (2023) 696-701, DO: 10.1038/s41586-023-05850-x.



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

#### МАЙОРАНОВСКИЕ ВИХРЕВЫЕ МОДЫ, ИНДУЦИРОВАННЫЕ МАГНИТНЫМ ПОРЯДКОМ В ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СВЕРХПРОВОДНИКАХ

#### Авторы: A.O. Злотников (zlotn@iph.krasn.ru, +79831599044)



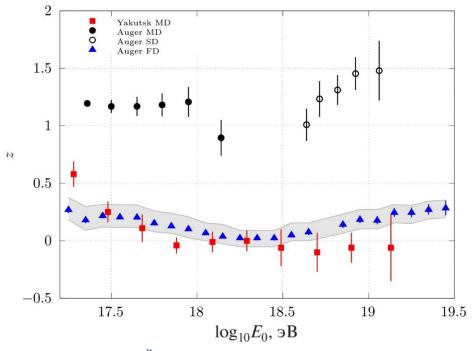
(а) Схематический вид модели на треугольной решетке: цветные стрелки показывают направления намагниченности, черные — фазу и амплитуду сверхпроводящего параметра порядка при наличии вихря в центре решетки. (b) Зависимость LDOS от энергии вблизи ядра вихря (красная линия), вблизи границы решетки (синяя линия) и вдали от неоднородностей (черные линии). На вставке к рисунку приведено пространственное распределение майорановских мод на решетке с вихрем в центре (светлый цвет — максимум, темный — вблизи нуля).

В последнее время огромный интерес прикован к топологическим сверхпроводящим структурам, в которых формируются майорановские моды, актуальные для реализации кубитов без эффектов декогеренции. Среди них выделяются сверхпроводники, приведенные в контакт с магнитными цепочками или слоями (например, Re/Fe). В данной работе показано формирование майорановских вихревых мод, локализованных вблизи вихревых нитей, в структуре с треугольной решеткой, содержащей сверхпроводящий слой и магнитный слой со 120-градусным спиновым упорядочением (см. рис. а). При этом нетривиальная топология сверхпроводящей фазы связана именно с неколлинеарным магнетизмом, а не со спин-орбитальной связью, как в альтернативных системах. Проведенные расчеты локальной плотности состояний (LDOS, рис. b) показали возможность наблюдения резонансов от майорановских вихревых мод в дифференциальной проводимости, измеряемой в ядрах вихрей с помощью иглы сканирующего туннельного микроскопа, в отличие от результата для мод, локализованных вблизи границы структуры.



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

#### Измерение мюонов в ШАЛ сверхвысоких энергий на Якутской установке



Параметр z, введенный для сравнения данных разных экспериментов, в зависимости от энергии. Измерения мюонов на Якутской комплексной установке согласуются с измерениями обсерватории Ожэ оптическим методом и по модельным расчетам соответствуют легкому составу КЛ. Значения прямой регистрации мюонной компоненты ШАЛ и полученные по измерениям наземных детекторов обсерватории Ожэ существенно выше и, согласно моделям, соответствуют сверхтяжелому составу КЛ.

Авторы: <u>А.В. Глушков, А.В. Сабуров, Л.Т. Ксенофонтов,</u> К.Г. Лебедев

В последние годы возник вопрос о «мюонной загадке», связанный с тем, что число мюонов в широких атмосферных ливнях (ШАЛ) с энергиями выше 1017 эВ, регистрируемых в некоторых экспериментах, значительно превышает предсказания современных моделей ядерных взаимодействий.

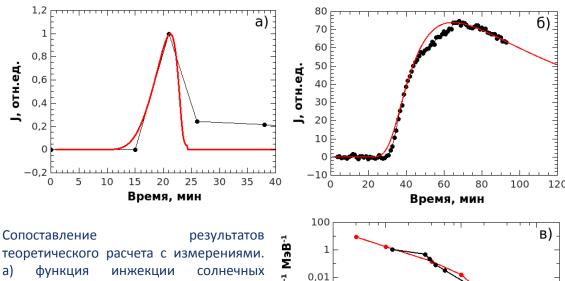
Измерения мюонов в ШАЛ на Якутской установке такого превышения не выявили. Дальнейший анализ данных измерений мюонов в экспериментах AGASA, KASCADE-Grande и Haverah Park подтвердил результаты Якутской установки. Согласование данных различных экспериментов требует дальнейших исследований и уточнения методик оценок энергий ШАЛ.

Публикация: Глушков А.В., Сабуров А.В., Ксенофонтов Л.Т., Лебедев К.Г. Загадка мюонов в ШАЛ сверхвысоких энергий по данным Якутской установки и эксперимента Ожэ // Письма в ЖЭТФ. 2023. Т.117. № 9. С.651-657. DOI: 10.31857/S1234567823090033 (IF 1,3)

1

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

#### Формирование функции инжекции солнечных энергичных частиц в постепенных событиях



теоретического расчета с измерениями.
а) функция инжекции солнечных космических лучей с энергией 1 ГэВ в зависимости от времени. Черная кривая – восстановленная на основе измерений (Bieber et al., ApJL, 2004);

б) плотность солнечных космических лучей с энергией 1 ГэВ на Земле в зависимости от времени. Черные точки – измерения (Bieber et al., ApJL, 2004);

в) спектр максимальных значений интенсивности солнечных космических лучей на орбите Земли в зависимости от энергии. Черная кривая — измерения (Bombardieri et al., ApJ, 2007); красная кривая на всех рисунках — результаты расчета.

7 0,0001

1e-06

**№** 1e−08

1e-10

100

1 000

ε<sub>κ</sub>, МэВ

10 000

Авторы: <u>И.С. Петухов, А.С. Петухова, С.И. Петухов</u>

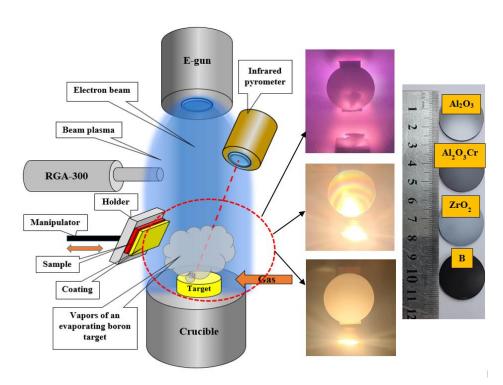
Впервые представлена модель нестационарной инжекции солнечных космических лучей в межпланетное пространство. Функция распределения частиц формируется при их ускорении диффузионным механизмом ударной волне. сопровождающей выброс корональной массы. Предполагается, что ускорение частиц происходит в ограниченной области солнечной атмосферы, заполненной магнитным полем с уровнем турбулентности. Рассчитаны ВЫСОКИМ характерные свойства функции инжекции в зависимости от времени энергии частиц. Проведено сопоставление результатов расчета с наземными измерениями в событии 15 апреля 2001 г., которое показало удовлетворительное согласие временной динамики плотности частиц и хорошее согласие спектра максимальных значений интенсивности солнечных космических лучей. Проведенные расчеты позволили впервые размер области ускорения частиц. Наилучшее оценить соответствие получено при размере области равной 6 радиусам Солнца.

Публикация: Petukhov I., Petukhova A., Petukhov S. Formation of the Injection Function of Solar Energetic Particles in Gradual Events. // Astrophysical Journal. 2023. 953(1), 94. DOI:10.3847/1538-4357/ace31f. Импакт-фактор: 4,9.



## ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

#### Электронно-лучевой синтез покрытий на основе керамики и бора



Руководитель: <u>Юшков Юрий</u> Георгиевич

На основе форвакуумных плазменных источников электронов на основе разряда с полым катодом реализован синтез защитных покрытий на основе твердотельных диэлектриков (керамики и кристаллического бора). Выявлены особенности синтеза таких покрытий в области повышенных давлений (1-10 Па). Достигнуты высокие скорости осаждения таких покрытий — до 5 мкм в минуту, при толщинах покрытий до 100 мкм, шероховатости покрытий менее 1 мкм. Твердость покрытий на основе бора достигает 30 ГПа. Покрытия позволяют кратно увеличить износостойкость, увеличить коррозионную и тепловую стойкость материалов.

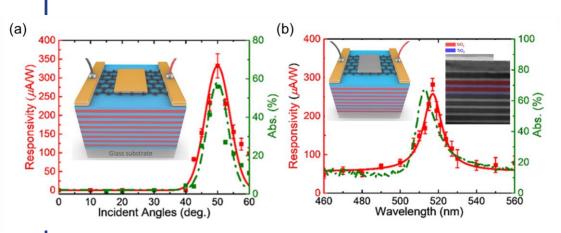
Схема нанесения защитных покрытий на основе диэлектриков и примеры полученных покрытий

- 1. A.V. Tyunkov, A.A. Andronov, D.B. Zolotukhin, and Yu.G.Yushkov. Electron-beam synthesis of ceramic- and boron-based coatings. Physica Scripta, Volume 98, Number 6. DOI 10.1088/1402-4896/acd08d
- 2. A.V. Tyunkov, Yu.G. Yushkov, A.A. Andronov, D.B. Zolotukhin. Deposition of layered iron-nickel-alumina ceramic magneto-dielectric thin films using a forevacuum electron source. Ceramics International, Volume 49, Issue 14, Part A, 2023, Pages 23471-23475, https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.04.179.
- 3. K.P. Savkin, E.M. Oks, V.O. Semin, A.V. Tyunkov, Yu.G. Yushkov, D.B. Zolotukhin. Implantation of tantalum ions into a dielectric coating synthesized by electron-beam evaporation of aluminum oxide ceramic in the forevacuum pressure range. Vacuum, Volume 217, 2023, 112593, https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2023.112593.



# Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН<sup>1</sup>, Национальный университет Ян Мин Цзяодун, Тайвань<sup>2</sup>

ФОТОДЕТЕКТОР ГОРЯЧИХ ЭЛЕКТРОНОВ НА ОСНОВЕ ТАММОВСКОГО ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОНА С ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ДЛИНЕ ВОЛНЫ И УГЛУ ПАДЕНИЯ



Зависимости фоточувствительности структуры многослойное зеркалографен-металл (а) от угла падения излучения на золото при длине волны 850 нм.; (b) от длины волны при нормальном падении на серебро.

Авторы: <u>Р.Г. Бикбаев<sup>1</sup>, П.С. Панкин<sup>1</sup>, В.С. Сутормин<sup>1</sup>, М.Н. Крахалев<sup>1</sup>, С.Я. Ветров<sup>1</sup>, Д.Н. Максимов<sup>1</sup>, К.-П. Чэнь<sup>2</sup>, И.В. Тимофеев<sup>1</sup> (+7 391 2905637, tiv@iph.krasn.ru)</u>

Таммовский плазмон-поляритон — состояние света, локализованное на границе многослойного зеркала и металлической пленки. Привлекательность этого типа локализованного состояния обусловлена возможностью создания на его основе принципиально нового класса устройств, таких как лазеры, источники одиночных фотонов, переключатели и поглотители. Авторами на основе этого локализованного состояния экспериментально реализован фотодетектор горячих электронов, обеспечивающий чувствительность как по длине волны, так и по углу падения. Показано, что фоточувствительность устройства увеличивается с 0 до 330 мкА/Вт при увеличении угла падения с 0 до 50 градусов (рис. а), в то время как при нормальном падении на длине волны 517 нм фоточувствительность достигает 271 мкА/Вт (рис. b).

Публикации: 1. C.-H. Huang, C.-H. Wu, R.G. Bikbaev, M.-J. Ye; C.-W. Chen, T.-J. Wang, I.V. Timofeev, W. Lee, K.-P. Chen Wavelength- and Angle-Selective Photodetectors Enabled by Graphene Hot Electrons with Tamm Plasmon Polaritons. Nanomaterials 13, 693 (2023). DOI 10.3390/nano13040693 (Impact Factor WoS/Scopus – 5.3/5.509, Q1)

- 2. G.A. Romanenko, P.S. Pankin, D.S. Buzin, D.N. Maksimov, V.S. Sutormin, A.I. Krasnov, F.V. Zelenov, A.N. Masyugin, S.V. Nedelin, N.A. Zolotovskiy, I.A. Tambasov, M.N. Volochaev, K.-P. Chen, I.V. Timofeev Metal-dielectric optical microcavity with tunable Q factor // Applied Physics Letters 123, 061113 (2023). DOI 10.1063/5.0157430 (Impact Factor WoS/Scopus 4/3.943, Q1)
- 3. R.G. Bikbaev, K.-P. Chen, I.V. Timofeev Two-Dimensional Dynamic Beam Steering by Tamm Plasmon Polariton. Photonics 10, 1151 (2023). DOI 10.3390/photonics10101151 (Impact Factor WoS/Scopus 2.536/2.416, Q2)
- 4. R.G. Bikbaev, D.N. Maksimov, P.S. Pankin, M.-J. Ye, K.-P. Chen, I.V. Timofeev Enhanced light absorption in Tamm metasurface with a bound state in the continuum // Photonics and Nanostructures-Fundamentals and Applications 55, 101148 (2023). DOI 10.1016/j.photonics.2023.101148 (Impact Factor WoS/Scopus 2.7/2.878, Q2)

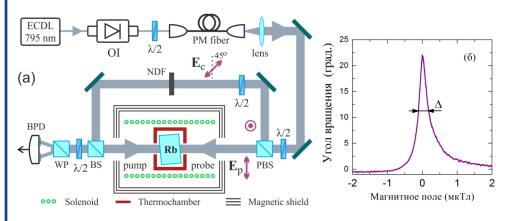




### Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук

## Сильный линейный дихроизм в парах рубидия и его применение для высокочувствительной квантовой магнитометрии

Авторы: <u>А.О. Макаров, Д.В. Бражников, А.Н. Гончаров</u>



(а) — Схема экспериментальной установки: ECDL — диодный лазер с внешним резонатором, OI — оптический изолятор, PM fiber — волокно с сохранением поляризации, NDF — нейтральный фильтр, PBS — поляризационный делительный кубик, BS — светоделитель 50/50, WP — призма Волластона, BPD — балансный фотодетектор,  $\lambda/2$  — полуволновая пластинка, Rb — ячейка с парами рубидия-87,  $\mathbf{E}_{\rm c}$  — волна накачки,  $\mathbf{E}_{\rm p}$  — пробная волна.

(б) — Резонанс магнитооптического вращения линейной поляризации  $E_p$  при T≈80°C: амплитуда ≈22°, ширина на полувысоте (D) ≈300 нТл.

Многие современные высокочувствительные атомные магнитометры основаны на эффекте нелинейного фарадеевского вращения поляризации света в парах щелочного металла из-за циркулярного двулучепреломления среды. Компактные варианты таких сенсоров, работающие в режиме SERF, демонстрируют чувствительность порядка 10 фТл/√Гц, что достаточно для таких актуальных приложений, например, как магнитная кардиография и энцефалография. Нами предложена и исследована новая конфигурация магнитного сенсора (Рис.а,б), в которой в компактной (L = 2cm) Rb ячейке регистрируются резонансы магнитооптического вращения на десятки градусов. В нашем случае вращение поляризации вызвано линейным дихроизмом среды. Предельная чувствительность измерений магнитного поля составляет порядка 10фТл/УГц при значительно меньшей температуре ячейки (80°C против 150°C в режиме SERF). Предложенная схема также позволяет увеличить динамический диапазон измерений до 1 мкТл, что на два порядка выше, чем в SERF-магнитометрах.

Публикации: Макаров А.О., Бражников Д.В., Гончаров А.Н. Наблюдение сильного магнитооптического вращения поляризации света в парах рубидия для приложений в атомной магнитометрии // Письма в ЖЭТФ. — 2023. - 2023. - Т.117, N 7-8 (4). - C. 509-517. DOI: 10.31857/S1234567823070054





Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ¹Институт физического материаловедения СО РАН Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ²Институт сильноточной электроники СО РАН

Электронно-пучковая поверхностная модификация диффузионных бор- и алюминий содержащих слоев на поверхности легированных сталей



Рис. 1. Структура диффузионного слоя после импульсной электронно-пучковой обработки

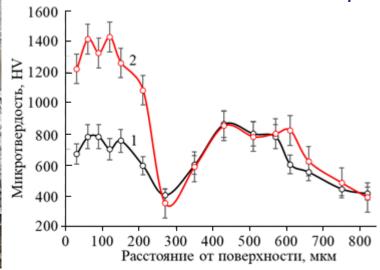


Рис. 2. Распределение микротвердости по глубине диффузионного слоя: 1 — химико-термическая обработка, 2 - электронно-пучковая обработка диффузионного слоя после химико-термической обработки

Авторы: <u>H.C. Улаханов<sup>1</sup>, У.Л. Мишигдоржийн<sup>1</sup>, А.П. Семенов<sup>1</sup>,</u> A.С. Милонов<sup>1</sup>, М.С. Воробьев<sup>2</sup>, П.В. Москвин<sup>2,1</sup>, В.И. Шин<sup>2</sup>

> структурно-фазовая Рассмотрена локальная трансформация и строение диффузионных *B-Al*слоев, полученных новым комбинированным обработкой химико-термической методом последующим высокоскоростным нагревом миллисекундной электронным ПУЧКОМ длительности. Изучена микротвердость, проведена оценка фазового состояния диффузионного слоя до и после электронно-пучкового воздействия. После электронно-пучковой обработки диффузионного слоя формируются фаза  $Fe_2B$ , интерметалидные фазы FeAl, Fe<sub>2</sub>AlCr, CrSi<sub>2</sub>, обладающие высокой жаростойкостью, износостойкостью и коррозийной стойкостью.

#### Публикации:

1. Улаханов Н.С., Мишигдоржийн У.Л., Семенов А.П., Милонов А.С., Воробьев М.С., Москвин П.В., Шин В.И. Электронно-пучковая обработка диффузионных В-АL-слоев на поверхности стали 5ХНМ // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2023 (в печати).

### Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук



Композитные материалы на основе многостенных углеродных нанотрубок и оксида марганца, легированного оксидом серебра для асимметричных суперконденсаторов

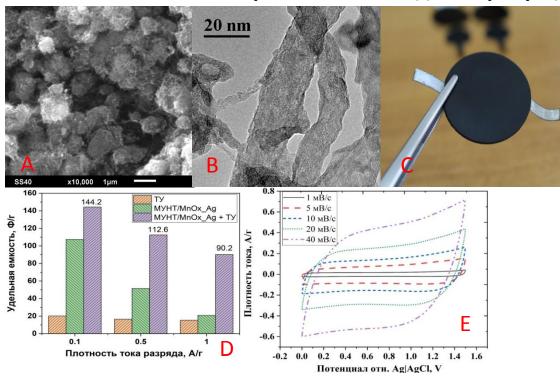


Рис. 1 . А,В — микрофотографии композита МУНТ/MnOx\_Ag; С — фотография экспериментальной ячейки асимметричного суперконденсатора D — Зависимость удельной емкости от плотности тока разряда для электродов на основе различных материалов (ТУ — технический углерод «Printex XE2-B»), Е-ЦВА характеристики асимметричного суперконденсатора.

Авторы: Несов С.Н., Лобов И.А, Матюшенко С.А., Болотов В.В. Ивлев К.Е., Соколов Д.В., Стенькин Ю.А.

Получен и исследован новый композит на основе многостенных углеродных нанотрубок и оксида марганца, легированного оксидом серебра, перспективный при создании электродов ассиметричных суперконденсаторов с водными электролитами. Комбинирование композита различными марками коммерческого технического углерода (ТУ) позволяет получить электродные материалы с высокой удельной емкостью, обладающие повышенными мощностными характеристиками, стабильностью в условиях циклического заряда-разряда, низкой скоростью саморазряда. Комбинация композита с ТУ «Printex XE2-B» в объемном соотношении 1:2 позволяет получать электродный материал с удельной емкостью 144-90 Ф/г при плотности тока разряда 0,1-1,0 А/г.

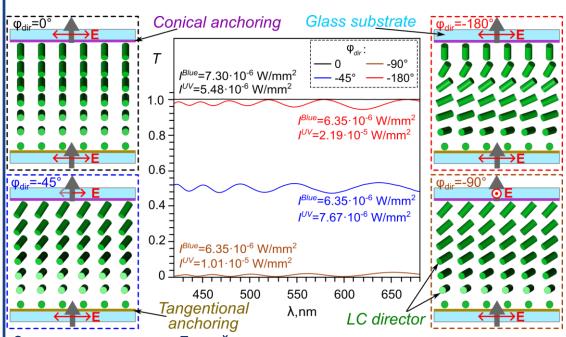
Публикации: Несов С.Н. Композит на основе многостенных углеродных нанотрубок и оксида марганца, легированного оксидом серебра, для электродов суперконденсаторов / С.Н. Несов, И.А. Лобов, С.А. Матюшенко, В.В. Болотов, К.Е. Ивлев, Д.В. Соколов, Ю.А. Стенькин // Физика твердого тела. – 2023. – Т. 65 (11). – С. 2033-2043.





Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН)

### ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРИЕНТАЦИОННЫХ СТРУКТУР ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ХОЛЕСТЕРИКА С ТАНГЕНЦИАЛЬНО-КОНИЧЕСКИМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ



Спектры пропускания T ячейки, измеренного в геометрии параллельных поляризаторов при углах закрутки структуры  $\varphi_{dir} = 0$  (нематик),  $\varphi_{dir} = -45$ °,  $\varphi_{dir} = -90$ °,  $\varphi_{dir} = -180$ ° и схемы соответствующих структур. Двойной стрелкой E обозначено направление поляризации света

Авторы: <u>Крахалев М.Н., Костиков Д.А.,</u> <u>Абдуллаев А.С., Прищепа О.О., Зырянов В.Я.</u>

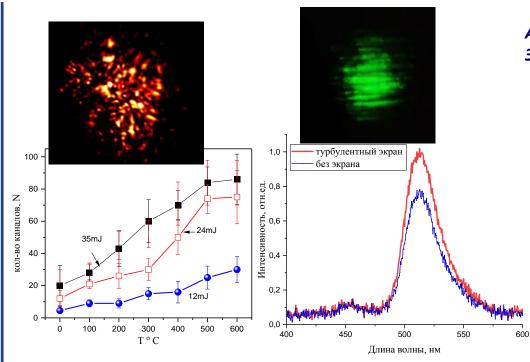
Использование фоточувствительного холестерического жидкого кристалла (ЖК), у которого шаг спирали задается балансом управляющих синего (blue) и ультрафиолетового (UV) излучений, позволяет получить плавное изменение угла закрутки ЖК структуры с тангенциально-коническим сцеплением. При этом реализуется полное управление состоянием поляризации света: азимут поляризации задается в диапазоне от 0 до управляющим оптическим излучением, ЭЛЛИПТИЧНОСТЬ a поляризации изменяется в интервале от -45° до +45° при воздействии электрического поля [1]. Варьируя состав полимерной пленки, задающей коническое сцепление, можно контролировать угол наклона директора, и, как следствие, влиять на характер электрически индуцированного отклика структуры холестерика [2].

- [1] A.S. Abdullaev, D.A. Kostikov, M.N. Krakhalev, V.Ya. Zyryanov. Complete light polarization control using a chiral-nematic cell with tangential-conical boundary conditions // Optical Materials, Vol. 146, P. 114521 (2023) (DOI: 10.1016/j.optmat.2023.114521, IF 3,9, Q1);
- [2] D.A. Kostikov, M.N. Krakhalev, O.O. Prishchepa and V.Ya. Zyryanov. Electrically induced structural transformations of a chiral nematic under tangential-conical boundary conditions // Molecules, Vol. 28, P. 7842 (2023) (DOI: 10.3390/molecules28237842, IF 4.6, Q1)



#### Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

#### Нелинейное взаимодействие фемтосекундного лазерного излучения с аэрозолем



Количество каналов в зависимости от температуры турбулентного слоя при различной начальной энергии лазерного импульса

Спектральная интенсивность флуоресценции аэрозоля при модуляции лазерного пучка турбулентным слоем воздуха

Авторы: Апексимов Д.В., Бабушкин П.А., Булыгин А.Д., Гейнц Ю.Э., Землянов А.А., Кабанов А.М., Ошлаков В.К., Петров А.В., Хорошаева Е.Е.

Атмосферная турбулентность кардинально изменяет условия нелинейного распространения мощного фемтосекундного лазерного импульса и может вызвать его хаотичную филаментацию и повышенную расходи-мость, что снижает потенциал использования ультракороткого излучения для задач атмосферной нелинейной оптики.

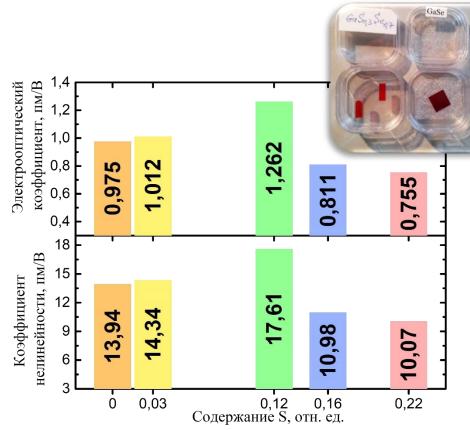
Впервые в мире экспериментально и теоретически показано, что процессом множественной филаментации можно управлять с помощью сформированного в начале оптического пути тонкого слоя искусственной воздушной турбулентности. С усилением турбулентности такого слоя происходит многократное увеличение числа высокоинтенсивных областей в лазерном пучке, обладающих малой расходимостью, что способствует более эффективному нелинейному взаимодействию фемтосекундного лазерного излучения с флуоресцирующим аэрозолем.

- 1. D.V. Apeksimov, A.D. Bulygin, Y.E. Geints, A.M. Kabanov, E.E. Khoroshaeva, A.V. Petrov, V.K. Oshlakov Statistical parameters of femtosecond laser pulse post-filament propagation on 65m air path with localized optical turbulence // Journal of the Optical Society of America (JOSA) B 2022. V.39, No.12. P.3237-3246 B. DOI: 10.1364/JOSAB.473298. IF: 2,058
- 2. Apeksimov, Dmitry V.; Geints, Yury E.; Oshlakov, Victor K.; Petrov, Aleksey V. Experimental demonstration of dyed water aerosol fluorescence stimulated by femtosecond laser // Applied Optics. 2023. 62(24) . P.6401-6406. DOI: 10.1364/AO.496542. DOI: 10.1364/JOSAB.495239. IF: 1,905
- 3. A. Bulygin and Y. Geints, "Toward high-speed effective numerical simulation of multiple filamentation of high-power femtosecond laser radiation in a transparent medium // J. Opt. Soc. Am. B . 2023. 40(9), P.2339-2348. IF: 2,058
- 4. Апексимов Д.В., Бабушкин П.А., Землянов А.А., Кабанов А.М., Кочетов Д.И., Ошлаков В.К., Петров А.В., Хорошаева Е.Е. Влияние турбулентности на формирование интенсивных световых каналов при распространении интенсивных фемтосекундных лазерных импульсов на 100 метровой воздушной трассе // Оптика атмосферы и океана. 2023. Т.36. №10. С. 811-817. DOI: 10.15372/AOO20231004 , IF: 0,473 1

### Институт автоматики и электрометрии СО РАН (НГУ, ИГиМ СО РАН)



### Нелинейно-оптические свойства кристаллов $GaSe_{(1-x)}S_x$ на телекоммуникационных частотах



Значения электрооптического  $r_{22}$  и нелинейного  $d_{22}$  коэффициентов кристаллов GaSe:S в зависимости от содержания S.

Авторы: <u>Шевченко О.Н., Анцыгин В.Д.,</u> <u>Микерин С.Л., Кох К.А., Николаев</u> Н.А,

- ► Впервые исследовано взаимодействие волн в окрестности 1,5 мкм (сband диапазон) и частот систем 6G (140-350 ГГц ) в кристаллах  $GaSe_{(1-x)}S_x$ , где x = 0, 0,03, 0,12, 0,16 и 0,22.
- ▶Показано, что увеличение содержания S нелинейно влияет на значения коэффициентов r<sub>22</sub> и d<sub>22</sub> кристаллов: до х ~ 0,12 — падение экситонного возбуждения, сдвиг линии поглощения, устанение дефектов, связанных с Ga; после — переход в центросимметричную фазу.
- ►Определен оптимальный диапазон легирования кристаллов, обеспечивающий максимальную нелинейность и эффективность взаимодействия (0,04 0,12).
- ► Максимальные значения  $r_{22}$  и  $d_{22}$  коэффициентов кристаллов наблюдаются при x=0.12 и составляют 1,262 и 17,61 пм/В, соответственно.
- ►Полученные результаты могут быть полезны при разработке линейных смесителей и модуляторов устройств оптической связи.

- 1. Shevchenko, O.N.; Mikerin, S.L.; Kokh, K.A.; Nikolaev, N.A. Detection of Terahertz Frequencies in S-Doped GaSe Crystals Using Laser Pulses at Telecom Wavelengths. Appl. Sci. 13, 2045, 2023. https://doi.org/10.3390/app13042045; (импакт-фактор 2.7)
- 2. Shevchenko, O.N.; Kokh, K.A.; Nikolaev, N.A. Detection of THz waves in GaSe:S crystals by femtosecond laser radiation with a telecom wavelength of 1.55 μm. J. Phys.: Conf. Ser. 2067 012012, **2021**. http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2067/1/012012;
- O.N. Shevchenko, N.A. Nikolaev, and V.D. Antsygin. Estimation of the nonlinear-optical coefficient of GaSe:S crystals according to electro-optical measurements. Proc. SPIE 12920, XVI International Conference on Pulsed Lasers and Laser Applications, 129200G, 2023. https://doi.org/10.1117/12.3009853.





# Федеральное государственное бюджетное учреждения науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН (ИФП СО РАН) и Университет Сан Пауло, Бразилия<sup>2</sup>

#### Мультифрактальные флуктуации проводимости геликоидальных краевых состояний

Авторы: <u>Е.Б. Ольшанецкий, Г.М. Гусев, З.Д. Квон, А.Д. Левин, Н.Н. Михайлов</u>

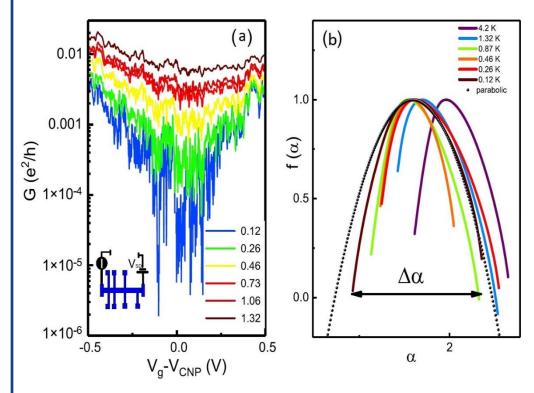


Рис. 1 (а) Проводимость образца, как функция напряжения на затворе при разных температурах  $G(V_g)=1/R_{1;5}$  (b) Мультифрактальный спектр сингулярности флуктуаций сопротивлений. Точечная кривая - теория.

Двумерные топологические изоляторы (2ТИ) характеризуются объемной щелью и геликоидальными состояниями, циркулирующими вдоль края образца. Теория предсказывает топологическую защиту геликоидальных состояний от обратного рассеяния. При отсутствии такой защиты состояний наблюдается андерсоновская локализация ЭТИХ экспоненциальным ростом сопротивления при понижении температуры, а также гигантскими мезоскопическими флуктуациями кондактанса в зависимости от энергии Ферми. В работе проведено подробное мезоскопических исследование экспериментальные наблюдаемых в зависимости кондактанса 2ТИ от затворного напряжения в условиях локализации Андерсона. Скейлинговый анализ наблюдаемых мезоскопических флуктуаций кондактанса свидетельствует об их мультифрактальности. Сделан вывод о том, что наблюдаемая флуктуаций мультифрактальность кондактанса обусловлена флуктуациями локальной плотности состояний в условиях перехода Андерсона в 2ТИ.

#### ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ



Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук

#### ЛОКАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СЛАБЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ СТРУКТУР (013) HGCDTE/CDTE/ZNTE/GAAS C ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НУЛЬ МЕТОДА ГЕНЕРАЦИИ ВТОРОЙ

Авторы: Ступак М.Ф.<sup>1</sup>, Дворецкий С.А.<sup>2</sup>, Михайлов Н.Н.<sup>2</sup>, Макаров С.Н.<sup>1</sup>, Елесин А.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук (КТИ НП СО РАН) <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН)

Разработан новый высокочувствительный локальный нуль метод на основе фазового синхронизма второй гармоники отраженного лазерного излучения для измерения величин остаточных механических напряжений в поверхностных слоях структур кадмий-ртуть-теллур (КРТ), основанный на измерении сигнала генерации второй гармоники (ГВГ), обусловленной анизотропией поляризации отраженного лазерного ИК-излучения от поверхности вращаемого исследуемого образца с последующим прохождением излучения через нелинейный кристалл, ориентированный на синхронизм для анизотропной поляризации.

Совместными усилиями специалистов КТИ НП СО РАН и ИФП СО РАН проведено исследование остаточных механических напряжений в поверхностном слое структуры HgCdTe/CdTe/ZnTe/GaAs на основе регистрации характеристик сигнала второй гармоники отраженного ИК-лазерного излучения. Показано, что такой чувствительный нуль метод позволяет получать информацию об анизотропии поляризации отраженного лазерного ИК-излучения, обусловленной остаточными деформациями. Наблюдения тонкой структуры угловой развертки сигнала второй гармоники предполагают сложную структуру остаточных напряжений, связанных с наличием разориентированных микрообластей. Результаты были сопоставлены с данными, полученными из измерений азимутальной зависимости сигнала собственной отраженной второй гармоники от поверхности образца.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в части проекта АААА-A20-120102190007-5 и государственного задания Минобрнауки России № FWGW-2022-0002.

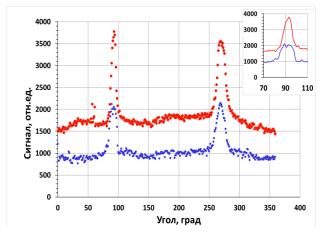


Рис. 1. Графики сигнала ГВГ в нуль-методе при отражении лазерного ИК- излучения от поверхности структуры КРТ. На вставке: тонкая структура сигнала ГВГ.

- 1. Local measurement of weak stresses on the surface of HgCdTe/CdTe/ZnTe/GaAs structures using the null method / M. F. Stupak, S. A. Dvoretsky, N. N. Mikhailov, S. N. Makarov, and A. G. Elesin // J. Appl. Phys. 134, 185102 (2023); doi: 10.1063/5.0167306
- 2. С.А. Дворецкий, М.Ф. Ступак, Н.Н. Михайлов, С.Н. Макаров, А.Г. Елесин. Локальный контроль слабых напряжений на поверхности структур (013) HgCdTe/CdTe/ZnTe/GaAs с помощью генерации второй гармоники. Тезисы Российсской конференции и школы молодых ученых по актуальным проблемам полупроводниковой электроники «ФОТОНИКА 2023». Новосибирск, 2023. Издательство "Перо", Москва, С. 62. DOI: 10.34077/RCSP2023-62.





### ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет»

### РОЛЬ АЛЬФА-ЧАСТИЦ В ПРОНИКНОВЕНИИ ДИАМАГНИТНЫХ СТРУКТУР СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА ВНУТРЬ МАГНИТОСФЕРЫ

Авторы: <u>Еселевич В.Г., Пархомов</u> В.А.

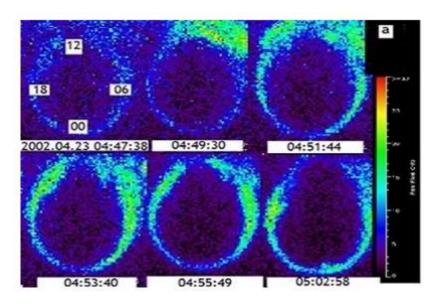


Рис. 1. Магнитосферный отклик в полярных сияниях на взаимодействие с МУВ 23.04.2002. Полярные сияния, начавшиеся на дневной стороне, зарегистрированы КА IMAGE [https://cdaweb.gsfc.nasa.gov/cdaweb/istp\_public/]

Результаты исследований скачков  $(N2/N1)\alpha$  могут быть использованы как дополнительный аргумент при идентификации случаев импульсного проникновения ДС внутрь магнитосферы и при исследовании физической природы этих проникновений

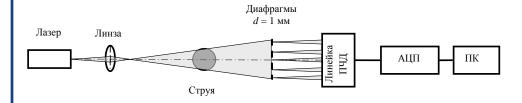
Публикации: Пархомов В.А. Роль альфа-частиц в проникновении диамагнитных структур солнечного ветра внутрь магнитосферы / В. Г. Еселевич, В. А. Пархомов // Солнечно-земная физика. — 2023. — Т. 9, № 3. — С. 12-23. — DOI 10.12737/szf-93202302. — EDN HJPUXQ. (импакт-фактор журнала — 0.688).





# Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН<sup>1</sup>, Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН<sup>2</sup>

#### Исследование структуры турбулентных сверхзвуковых струй методом лазерного просвечивания



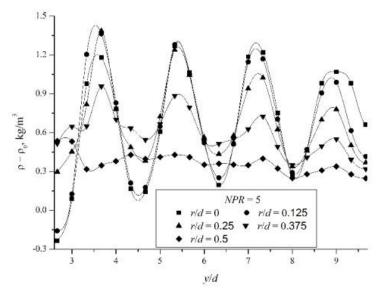


Схема измерений (вверху) и распределение средней плотности в канале сверхзвуковой недорасширенной струи (внизу)

Авторы: Маракасов Д.А.<sup>1</sup>, Сухарев А.А.<sup>1</sup>, Цвык Р.Ш.<sup>1</sup>, Губанов Д.А.<sup>2</sup>

Методом лазерного просвечивания исследованы характеристики недорасширенной сверхзвуковой воздушной струи скоростях истечения. Разработан метод восстановления радиальных зависимостей параметров аксиально симметричных течений статистики локальных наклонов волнового фронта просвечивающего Характеристики структурных лазерного пучка. элементов струй (продольные и поперечные размеры ячеек, дальнобойность) хорошо согласуются с известными результатами экспериментов и численного моделирования. По данным акустических и оптических измерений предложенный установлено, ЧТО метод имеет достаточное пространственное разрешение ДЛЯ изучения пространственной структуры колебаний плотности воздуха на частотах дискретных акустических тонов в канале струи, что невозможно при помощи известных экспериментальных методов.

#### Публикации:

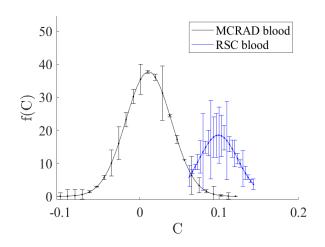
Маракасов Д.А., Сазанович В.М., Цвык Р.Ш., Шестернин А.Н., Губанов Д.А. // Оптика атмосферы и океана. 2019. Т. 32. № 04. С. 296—303. Маракасов Д. А., Банах В. А., Сухарев А. А. // Оптика атмосферы и океана. 2021. Т. 34. № 02. С. 101—106. Marakasov D.A., Banakh V.A., Sukharev A.A., Tsvyk R.Sh. // Waves in Random and Complex Media. 2023. Volume: 33, Issue: 05-06, pages 1224 — 1233. Маракасов Д.А., Сухарев А.А., Цвык Р.Ш. // Оптика атмосферы и океана. 2023. Т. 36. № 08. С. 694—701.



# Национальный исследовательский Томский государственный университет

### Новый алгоритм декомпозиции спектров комбинационного рассеяния многокомпонентных проб биологического происхождения





Пример восстановления концентрации образца крови на пластиковой подложке на основе анализа данных спектров комбинационного рассеяния стандартным (MCRAD) и предложенным (RSC) методами

f(c) – плотность вероятности распределения восстановленных значений объемной фракции крови на подложке C.

Исследование биологических жидкостей с использованием Рамановской затрудняется спектроскопии счет паразитного комбинационного рассеяния от подложки, на которой расположена биологическая проба. Разработан алгоритм, который позволяет с высокой точностью определять наличие и содержание биологической жидкости, находящейся на подложке. Данный алгоритм позволяет ПОВЫСИТЬ точность надежность компонентного состава многокомпонентных образцов с использованием спектроскопии комбинационного рассеяния

Публикации: A novel Raman spectroscopic method for detecting traces of blood on an interfering substrate / Yu.V. Kistenev, A.V. Borisov, A.A. Samarinova, C.-R. Sonivette [et al] // Scientific Reports. 2023. Vol. 13. Art. num. 5384. DOI: 10.1038/s41598-023-31918-9. IF=4.6





# Томский научный центр СО РАН (Научно-исследовательская лаборатория перспективных технологий)

#### Пороги плавления материалов при импульсном нагреве

Авторы: Марков А.Б., Соловьев А.В., Яковлев Е.В.

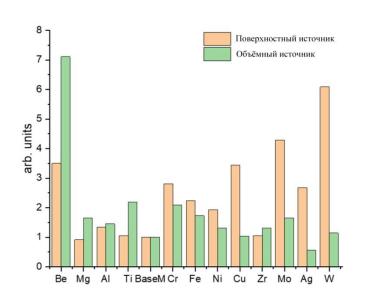


Рисунок. Поверхностные пороги плавления материалов для случаев поверхностного (желтые столбцы) и объемного (зеленые столбцы) нагрева

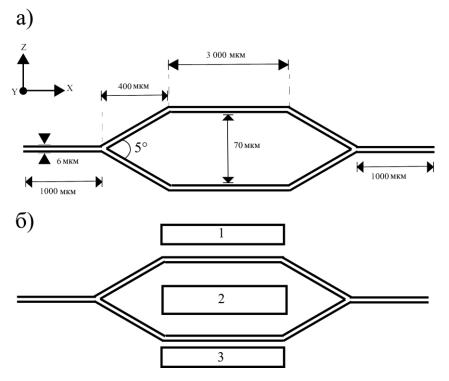
Механизмы нагрева материалов в равновесных и неравновесных условиях существенно отличаются. В первом случае локальная подсистема ядер получает энергию (нагревается) от соседних локальных ядерных подсистем, при этом фронт нагрева распространяется с определенной скоростью, определяемой механизмом теплопроводности. Во втором случае локальная подсистема ядер получает энергию от окружающей электронной подсистемы практически мгновенно. Аналитически установлено, что соотношение между поверхностными порогами плавления материалов при поверхностном (равновесном) и объёмном (неравновесном) импульсных нагревах различаются. существенно поверхностном нагреве самыми тугоплавкими из рассматриваемых материалов являются привычные нам W, Mo и Be, а при объемном – ситуация иная, самыми тугоплавкими оказываются Ве, Ті и Mg. При этом Ті и Mg одновременно являются самыми легкоплавкими в случае поверхностного нагрева. Аналитические данные подтверждаются данными моделирования и экспериментальными данными. Результаты представляют интерес при конструировании оборудования, которое подвергается воздействию импульсных потоков энергии.

#### Публикации:

Markov A. Melting Thresholds of Materials Irradiated with a Wide Class of Pulsed Electron Beams // Coatings. – 2023. – Vol.13. – 1425. – DOI: 10.3390/coatings13081425, (IF-3.2). Markov A., Solovyov A. Melting Thresholds of the Film-Substrate System Irradiated with a Low-Energy High-Current Electron Beam // Russin Physic Journal. – 2023. – Vol. 65. – P. 1893–1899. – DOI:10.1007/s11182-023-02848-w, (IF-0.6).

## ТУСУР ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Получены характеристики электрооптического модулятора в конфигурации интерферометра Маха-Цендера на основе тонких плёнок ниобата лития



Конфигурация ИМЦ. а) Топология ИМЦ и ориентация тонкой плёнки, б) схема расположения электродов. 1 — электрод для задачи смещения, 2 — земля, 3 — управляющий электрод

Руководитель: <u>Перин Антон Сергеевич</u>

В работе исследовался электрооптический модулятор в конфигурации интерферометра Маха–Цендера (ИМЦ) на основе гребенчатых волноводов из тонкой плёнки ниобата лития.

Новизна результатов заключается в том, что исследуемая в работе конфигурация электрооптического модулятора предполагает его изготовление в виде интегральной оптической схемы на основе гребенчатых волноводов тонкоплёночного ниобата лития.

Такое решение даст возможность уменьшить габариты конечного устройства и увеличить чувствительность в сравнении с существующими аналогами на основе объёмных электрооптических кристаллов.

<u>Благодаря использованию подложки из полупроводникового материала, имеется перспективная возможность интеграции электронной схемы в подложку, что сделает возможным реализацию сенсорной электронно-оптической системы на одном чипе.</u>

#### Публикации:

Kuznetsov I. V., Perin A. S. Mathematical modeling of the parameters of an electro-optic modulator in the Mach–Zehnder interferometer configuration based on thin lithium niobate films // Journal of Optical Technology. 2023. V. 90. № 2. P. 93-97. https://doi.org/10.1364/JOT.90.000093 Published: June 12, 2023 Q3 SJR 0,2

### Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук



Многоуровневые кремниевые структуры с интегрированными газотранспортным, фильтрующим и газочувствительным слоями

Авторы: Болотов В.В., Ивлев К.Е., Князев Е.В., Пономарева И.В., Росликова Е.А.

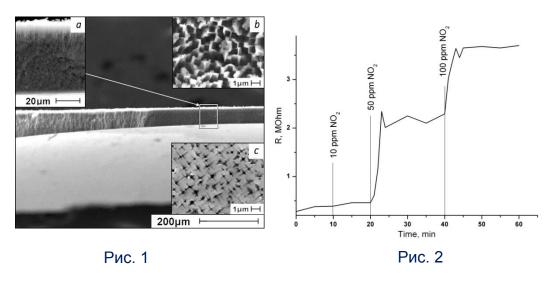


Рис. 1. РЭМ изображение поперечного сечения мембраны с интегрированными сорбирующим слоем;

- а РЭМ изображение поперечного сечения слоя пористого кремния
- b РЭМ изображение поверхности мембраны;
- с РЭМ изображение входных каналов сорбирующего газотранспортного слоя
- Рис. 2. Отклик газочувствительного элемента на пропускание  ${\rm NO_2}$  через мембрану

Предложен способ формирования пористого кремния, содержащий макропористые каналы, покрытые слоем микропористого кремния. Плотность макропор и толщина микропористого кремния зависит от плотности светового потока. Постобработка в щелочном растворе позволяет формировать макропористые слои с диаметрами пор от 300 до 550 nm, плотностью пор— от  $1 \cdot 10^8 \text{ до } 2 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-2}$ . Полученные характеристики позволяют использовать пористый кремний для создания фильтрующих газопроницаемых слоев.

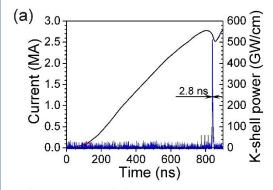
-На основе полученных результатов предложен способ создания проточной тестовой структуры избирательного газового фильтрующего элемента. Проведенные эксперименты показали, что полученные пористые слои позволяют избирательно поглощать газ NO<sub>2</sub> концентрациями до 100 ppm.





# **Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук**

### Исследование плазменного источника излучения в K-линиях аргона при микросекундных временах имплозии



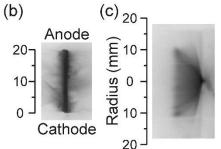


Рис. 1. (a) Ток имплозии, мощность излучения в K-линиях аргона.

- (b) Интегральное изображение пинча.
- (с) Временная развертка финальной стадии имплозии.

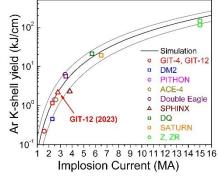


Рис. 2. Выход излучения в К-линиях аргона в зависимости от пикового тока имплозии

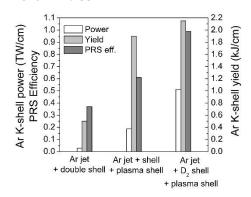


Рис. 3. Сравнение нагрузок разного типа с точки зрения их излучательных характеристик

Авторы: А.В. Шишлов В.А. Кокшенев, С.А. Вагайцев, Н.Е. Курмаев, Р.К. Чердизов

На генераторе ГИТ-12 (4.7 МА, 1.7 мкс) проведены исследования новой гибридной нагрузки, состоящей из аргоновой струи на оси системы, внешней дейтериевой оболочки и внешней отношению к газовым каскадам плазменной оболочки. В ходе экспериментов проведена оптимизация параметров нагрузки для обеспечения максимального выхода излучения. Выход излучения в К-линиях аргона составил 2.15 кДж/см, мощность излучения превысила 0.5 ТВт/см при пиковом токе 2.77 МА и времени имплозии 723 нс. Таким образом, впервые достигнута 100% эффективность (по отношению к теоретическому скейлингу) К-линиях плазменного источника изучения аргона микросекундных временах имплозии.

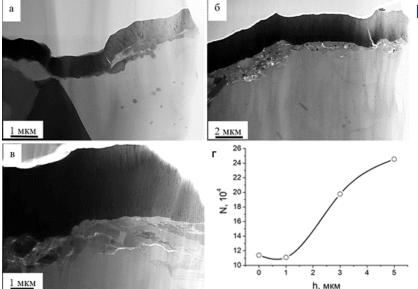
**Публикации:** R.K. Cherdizov, V.A. Kokshenev, N.E. Kurmaev, A.V. Shishlov, S.A. Vagaytsev. A hybrid gas-puff Z-pinch for Ar K-shell radiation production at microsecond implosion times. // Physics of Plasmas (направлена в печать), импакт-фактор по JCR: 2,2 (0,783 по SJR, CiteScore 2022: 4.1)



# Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

УВЕЛИЧЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СПЛАВА Авторы: Д.В. АК5М2, МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДОМ Аксенова, А.А. ПЛАЗМЕННО-АССИСТИРОВАННОГО ДУГОВОГО Ю.А. Шлярова, Гудала

Авторы: <u>Д.В.</u> <u>Загуляев, К.В.</u> <u>Аксенова, А.А. Леонов, В.В. Шляров, Ю.А. Шлярова, А.А. Серебрякова, С. Гудала</u>



Электронно-микроскопическое изображение системы «пленка (Ті)/(силумин) подложка» после усталостных испытаний: толщина пленки титана 1 мкм (а), 3 мкм (б), 5 мкм (в). Зависимость количества циклов до разрушения N от толщины пленки титана h при испытаниях на усталостную долговечность силумина AK5M2 – (г).

Выполнены циклические испытания на многоцикловую усталость образцов силумина марки АК5М2 с предварительно напыленной на рабочую поверхность пленкой (Ті) толщиной 1, 3, 5 мкм. Показано, что с увеличением толщины h усталостная долговечность силумина пленки возрастает, максимального значения N5 = 245274 при h = 5 мкм, что в 2.2 раза выше, чем у образцов силумина без напыления (NO = 113742). Установлено, что при образцов силумина с нанесенной пленкой усталостном нагружении толщиной 5 мкм критическая длина трещины (ширина зоны усталостного роста трещины) возрастает в 1.1 раза (относительно исходного образца), увеличивая тем самым ресурс работоспособности материала. Таким образом, образцы силумина АК5М2 с предварительно напыленной пленкой (Ті) толщиной 3-5 мкм обладают более высокой сопротивляемостью распространению усталостной трещины, что является причиной максимального увеличения их усталостной долговечности.

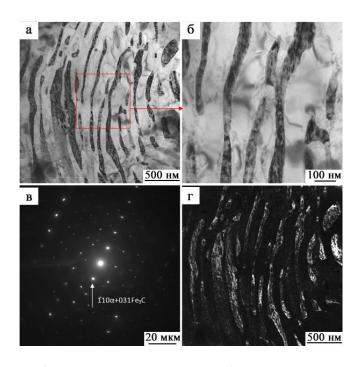
- 1. Zaguliaev D., Ivanov Y., Gudala S., Tolkachev O., Aksenova K., Konovalov S., Shlyarov V. Effect of Thickness of Ti Coating Deposited by Vacuum Arc Melting on Fatigue Behavior of Aluminum Alloy Al–5%Si // Coatings 2023, 13, 1764. https://doi.org/10.3390/coatings13101764, Impact Factor (3.4).
- 2. Gudala S., Zaguliaev D., Shlyarov V., Ivanov Y., Shliarova Y. Study of the influence of electron beam irradiation on the microstructural and mechanical characteristics of titanium-coated Al-Si alloy // Vacuum. Vol. 219 (A). 2024. 112686. https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2023.112686, Impact Factor (3.4).
- 3. Suresh G., Zagulyaev D., Shlyarov V., Ivanov Y. Effect of coating thickness on microstructural and mechanical properties of titanium coated aluminum alloy deposited by vacuum arc melting method // Physica Scripta. 2023. P. 115902. DOI 10.1088/1402-4896/acfc2f, Impact Factor (2.6).



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники

Эволюция структурно-фазовых состояний и дефектной субструктуры рельсов из заэвтектоидной стали при длительной эксплуатации

**Авторы:** В.Е. Громов, Ю.Ф. Иванов, М.А. Порфирьев, Ю.А. Шлярова



ПЭМ изображение фрагментированной структуры пластин цементита; а, б — светлые поля; в — микроэлектронограмма; г — темное поле, полученное в рефлексе 211Fe3C + 110  $\alpha$ Fe

Методами просвечивающей электронной микроскопии выполнен анализ субструктуры цемента в головке длинномерных рельсов специального назначения категории из заэвтектоидной стали после длительной эксплуатации на экспериментальном кольце РЖД (пропущенный тоннаж 187 млн. тонн). Показано, что после эксплуатации пластины цементита искривляются и разделяются ферритными мостиками. Установлены два возможных механизма деформационного преобразования зерен пластинчатого перлита: разрушение пластин цементита и вытягивание углерода из решетки карбидной фазы. Выявлена фрагментация пластин феррита и цементита и оценены азимутальные составляющие углов полной разориентации.

Публикации: Gromov, V.; Ivanov, Y.; Porfiriev, M.; Shliarova, Y. Evolution of Cementite Substructure of Rails from Hypereutectoid Steel during Operation. Metals 2023, 13, 1688. https://doi.org/10.3390/met13101688 импакт-фактор 2.9