

Общее собрание Сибирского отделения РАН



20 марта 2015 г.

г. Новосибирск

О РАБОТЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН И ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ 2014 ГОДА

академик А.Л. Асеев
председатель Сибирского отделения РАН

Часть 1

Сибирское отделение РАН – высокоинтегрированная и высокоэффективная научная структура с мировой известностью.

Основу мощи научного потенциала Сибирского Отделения РАН составляют научные школы, основанные выдающимися учеными – основателями Сибирского отделения и крупнейших институтов СО РАН. В их числе академики **М.А.Лаврентьев, С.Л.Соболев, С.А.Христианович, А.А.Трофимук, В.С.Соболев, Л.В.Канторович, Г.И.Марчук, Г.И.Будкер, С.С.Кутателадзе, Н.Н.Яненко, А.П.Ершов, Д.К.Беляев, Г.К.Боресков, В.В.Воеводский, А.В.Николаев, В.А.Коптюг, В.Е.Зуев, Л.В.Киренский, А.В.Ржанов, Ю.Е.Нестерихин, В.П.Чеботаев, А.Л.Яншин** и многие другие.

Суммарный вклад институтов Сибирского отделения РАН в экономику страны при освоении нефтегазовых месторождений Сибири, организацию добычи алмазов и других минеральных ресурсов, развитие энергетики, атомной промышленности и промышленности высоких технологий, оборонного сектора еще предстоит оценить. **Ясно, что этот вклад весьма существенен и для России, и для мировой экономики.**



**МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА,
МЕХАНИКА**

Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН

ЛИНЕАРИЗОВАННАЯ ЗАДАЧА МАГНИТО-ФОТОУПРУГОСТИ

Используя квазиизотропное приближение геометрической оптики, выведены основные уравнения магнито-фотоупругости для общего случая неоднородной изотропной референтной среды и для переменного внешнего магнитного поля.

Выполнена линеаризация этих уравнений относительно переменных коэффициентов, отвечающих за оптическую анизотропию. Найдено явное аналитическое решение линеаризованных уравнений, которое тривиализует обратную задачу для правильности профиля напряжений по толщине пластины.

Результаты поляризационных измерений позволяют получить коэффициенты Фурье искомого профиля, что также решает проблему необходимой точности измерений и требуемого их количества, сводя эти вопросы к хорошо изученным свойствам рядов Фурье.

Результаты работы могут быть применены для контроля технологии закаливания автомобильных лобовых стекол.

V.Sharafutdinov. The linearized problem of magneto-photoelasticity. Inverse Problems and Imaging. Vol. 8, No. 1. 2014, 247-257. doi:10.3934/ipi.2014.8.247.

Работы по теории критических графов

Доказана гипотеза Галлаи 1963 г. о минимальном числе ребер в n -вершинном k -критическом графе. Это дает асимптотическое решение проблемы Оре 1967 г. Дано описание экстремальных графов в гипотезе Галлаи и получен ответ на вопрос Аксенова 1978 г. и Эрдеша 1991 г. об описании 4-критических плоских графов, содержащих в точности четыре цикла длиной 3.

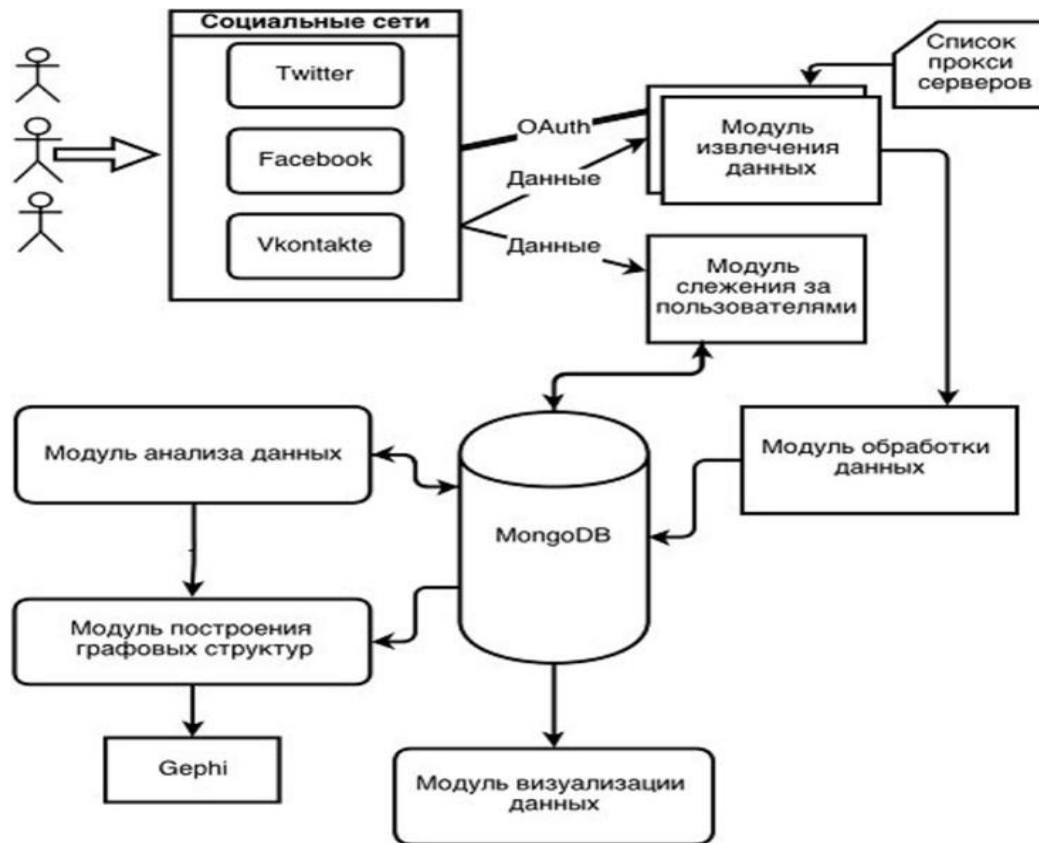
А.В.Косточка, совместно с М.Янси и О.В.Бородиным.

НОВЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

ФГБУН Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН

Батура Т.В., Копылова Н.С., Мурзин Ф.А., Проскуряков А.В.

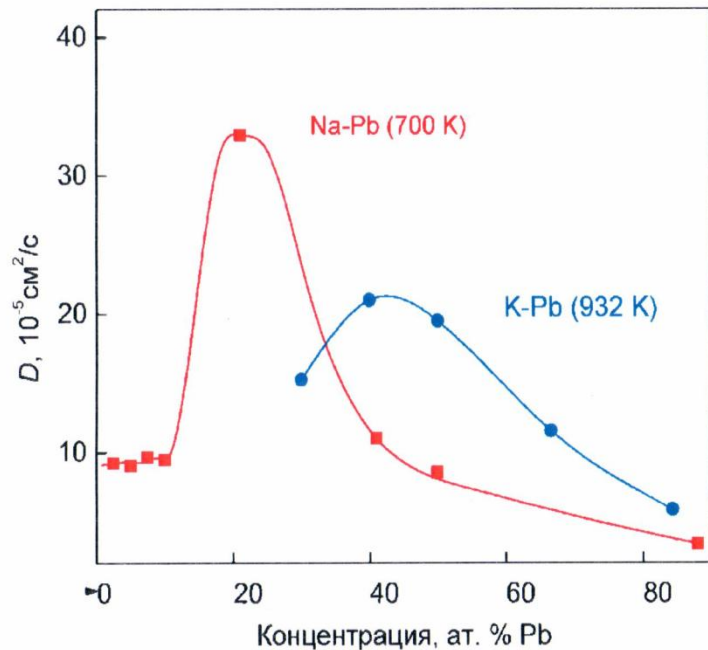
Структура программного комплекса для обработки данных из социальных сетей



1. Батура Т.В., Мурзин Ф.А., Перфильев А.А., Шманина Т.В. Методы повышения эффективности поиска информации на основе синтаксического анализа // Моногр. / Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. ISBN 978-5-7692-1398-4. – 76 с.
2. Батура Т.В., Мурзин Ф.А., Проскуряков А.В., Сперанский Д.О. Методы анализа и обработки данных из социальных сетей // Проблемы информатики. – Новосибирск, 2014. – №. 2(23). – С. 39-53.

Термические и переносные свойства перспективных жидкометаллических теплоносителей для ядерных реакторов на быстрых нейтронах

ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН



Концентрационные зависимости коэффициентов взаимной диффузии в жидких системах натрий–свинец и калий–свинец

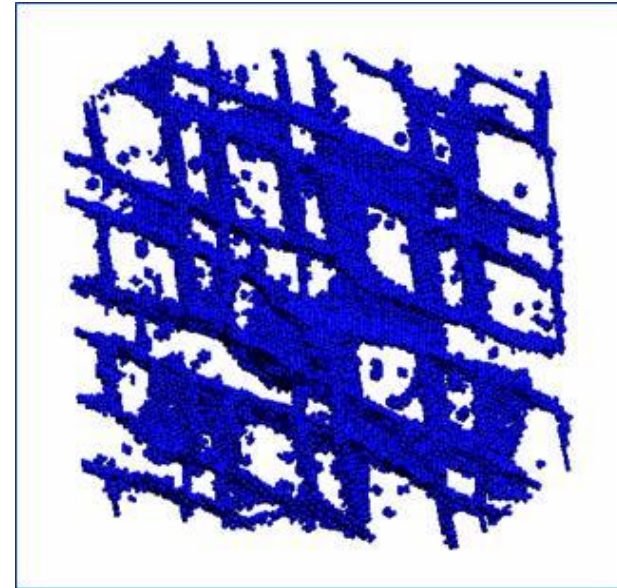
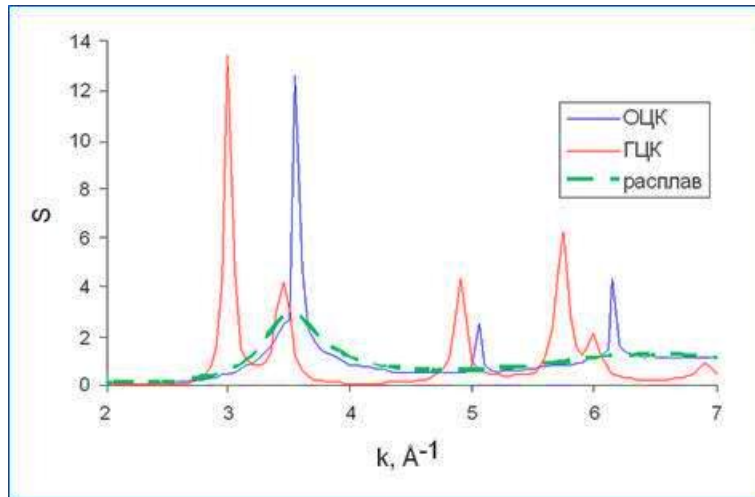
Экспериментально получены новые систематизированные данные по термическим и переносным свойствам расплавов натрия–свинец и калий–свинец, которые будут служить научной базой для разработки и оптимизации технологии использования этих материалов в качестве жидкометаллических теплоносителей для ядерных энергетических установок нового поколения.

1. Абдуллаев Р.Н., Хайрулин Р.А., Станкус С.В. Взаимная диффузия в расплавах системы калий–свинец в широком интервале концентраций // *Теплофизика и аэромеханика*. – 2014. – Т. 21, № 3. – С. 365-372.
2. Khairulin R.A., Stankus S.V., Abdullaev R.N. Density, thermal expansion and binary diffusion coefficients of sodium-lead melts // *High Temperatures – High Pressures*. – 2013. – Vol. 42, No. 6. – P. 493-507.

ОБРАЗОВАНИЕ ОЦК ФАЗЫ В УДАРНО-СЖАТОЙ МЕДИ

ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича СО РАН

В.М. Фомин, А.В. Болеста



Структурный фактор (СФ) за фронтом ударной волны с давлением 200 ГПа. В поликристаллической меди со средним размером зерна 2 нм сосуществуют ОЦК фаза меди и расплав. Приведен СФ ГЦК структуры начального недеформированного поликристалла

Изображение системы атомов с локальной координацией отличной от ГЦК структуры (дефектов кристаллической решетки), полученной при разгрузке ударно-сжатой меди до температуры 300 К и давления 1 атм.

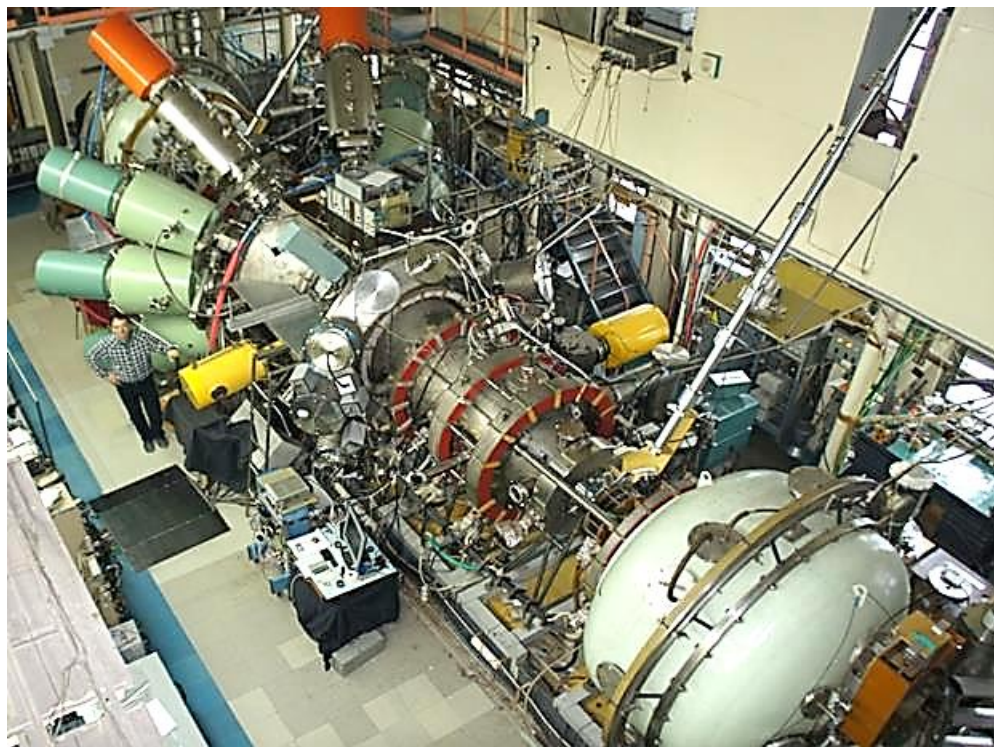
1. Болеста А.В., Фомин В.М. Молекулярно-динамическое моделирование поликристаллической меди // Прикладная механика и техническая физика. - 2014. -Т.55, No.5. -С. 86-99.
2. Болеста А.В., Фомин В.М. Фазовое превращение за фронтом ударной волны в поликристаллической меди // Доклады АН. - 2014. -Т.456, No.5. -С. 532-536.



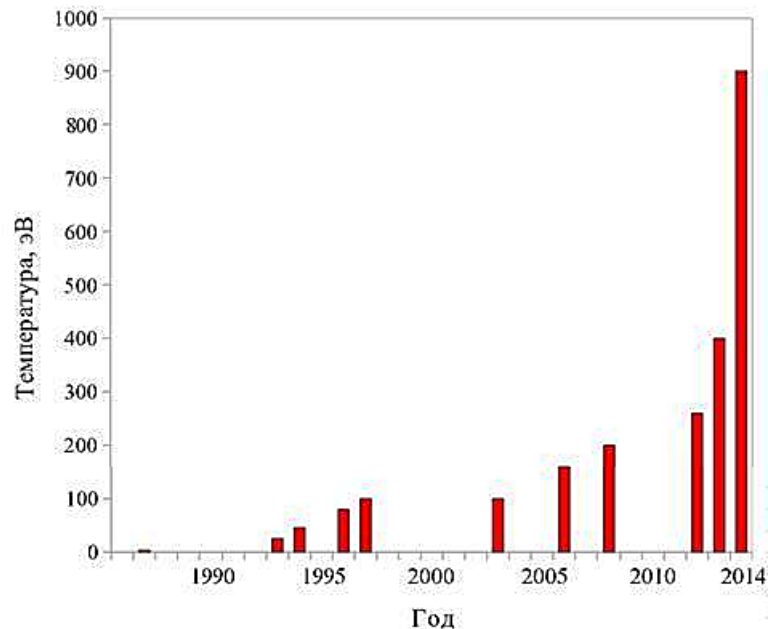
**ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ, КОСМИЧЕСКИЕ,
КВАНТОВЫЕ И АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

В ИЯФ СО РАН им. Г.И.Будкера на установке ГДЛ при дополнительном СВЧ нагреве плазмы достигнута рекордная для квазистационарных магнитных ловушек открытого типа величина электронной температуры 900 эВ.

Этот результат совместно с рядом предыдущих дает надежную основу для создания реакторов ядерного синтеза на базе открытых ловушек, имеющих простейшую с инженерной точки зрения осесимметричную конфигурацию магнитного поля.



Установка ГДЛ

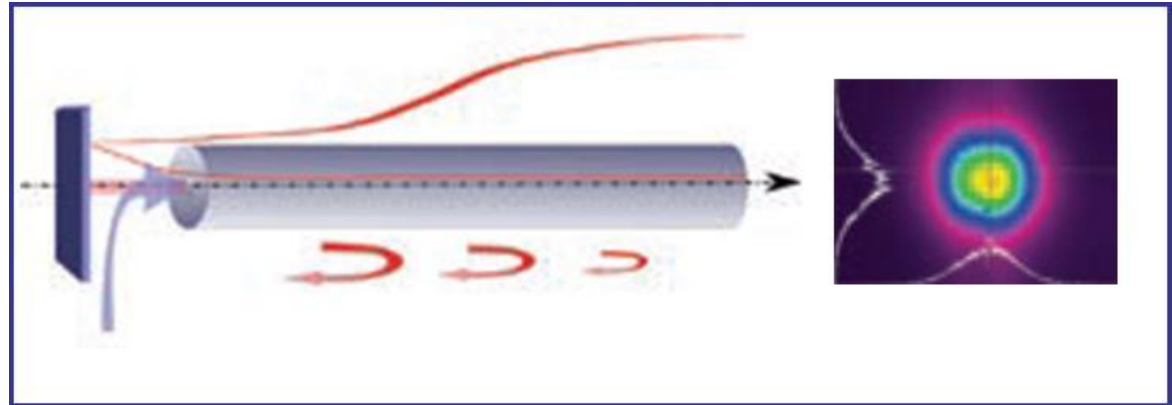
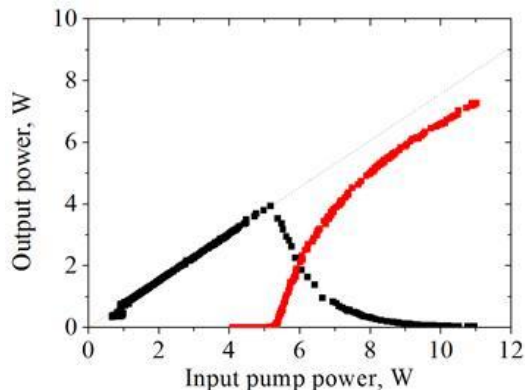


Прогресс увеличения электронной температуры в экспериментах на установке ГДЛ за 25 лет. Результаты 2013 и 2014 годов получены благодаря одновременному использованию двух систем нагрева плазмы: атомарной инжекции и системы микроволнового нагрева, которая создана в коллаборации с ИПФ РАН (г. Н-Новгород).



Высокоэффективный волоконный лазер со случайной распределённой обратной связью

Мощность генерации



- Высокая абсолютная эффективность генерации ($\sim 70\%$): >7 Вт при 11 Вт накачки
- Предельная ($\sim 100\%$) относительная квантовая эффективность
- Высокое качество ($M^2 \approx 1$) и стабильность излучения
- Простая и надёжная конструкция (**all-fiber**) на основе короткого световода
- Принципиально новый источник излучения для науки и приложений:

Применения в низкокогерентных системах визуализации и томографии

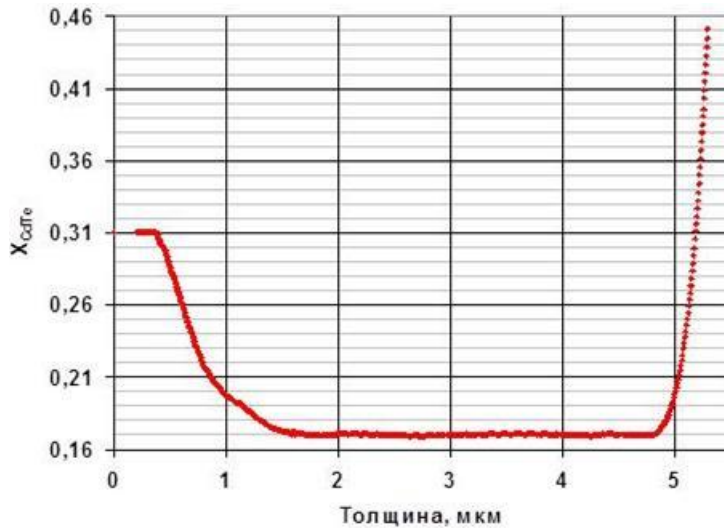
I. D. Vatnik, D. V. Churkin, E. V. Podivilov, S. A. Babin.
Laser Physics Letters 11 (7), 075101 (2014). *S.K. Turitsyn, S.A. Babin,*
D.V. Churkin, I.D.Vatnik, M.A. Nikulin, E.V. Podivilov.
Physics Reports, 2014, v.542, N2, p.133-193.

Результат отмечен в качестве одного из двух достижений по лазерам в 2014 г.: *Optics and Photonics News*, 2014, N12 (Optics in 2014)





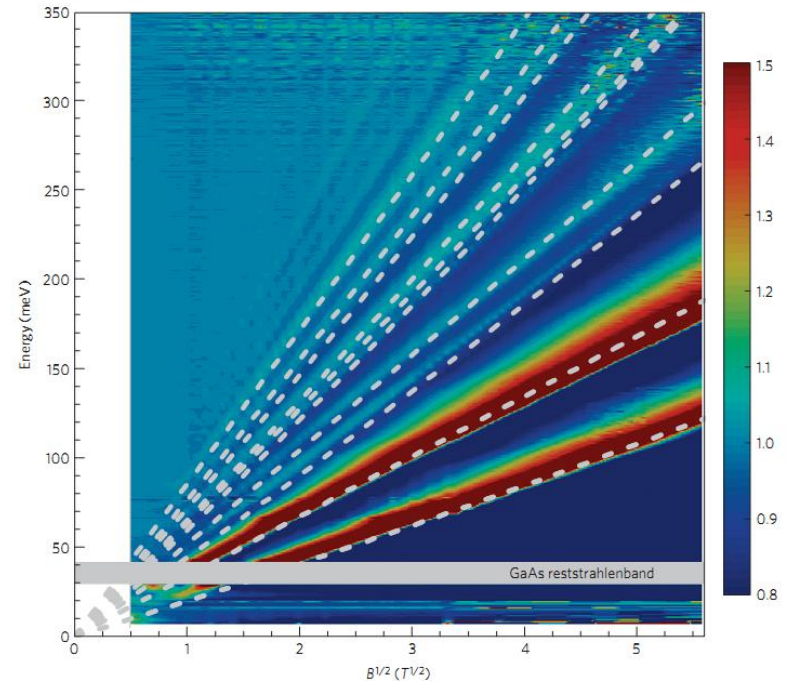
ТРЕХМЕРНЫЕ БЕЗМАССОВЫЕ ФЕРМИОНЫ



Структура (013) HgCdTe/CdTe/ZnTe/GaAs с варизонными широкозонными слоями.
Толщина HgCdTe постоянного состава – 3,2 мкм.
Состав, $X_{\text{CdTe}} \sim 0,17$,
Концентрация носителей заряда - $2,4 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$.
Подвижность $275000 \text{ см}^2/\text{Вс}$

Энергия уровней Ландау в бесщелевом HgCdTe

$$E_{\zeta, n, \sigma}(k_z) = \zeta \hbar v \sqrt{(2n - 1 + \sigma/2) l_B^{-2} + k_z^2}$$



Зависимость относительной величины поглощения от величины магнитного поля практически линейна $B^{1/2}$ (распределение приведено в виде цветной карты) (слева). Пунктирные линии показывают позицию резонансов между уровнями Ландау (справа) при $k_z = 0$, скорости $\sim 10^6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и $\Delta = 1 \text{ эВ}$. Такая зависимость характерна для безмассовых фермионов

M. Orlita, D.M. Basko, M.S. Zholudev, F. Teppe, W. Knap, V.I. Gavrilenko, N.N. Mikhailov, S.A. Dvoretiskii, P. Neugebauer, C. Faugeras, A-L. Darra, G. Martinez and M. Potemski. Nature Physics. v.10, p.233, (2014)



АКТИВНАЯ СИСТЕМА ОБЕЗВЕШИВАНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАЗЕМНЫХ МОДАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ



Разработаны научно-технические основы и создан в интересах ОАО «ИСС» экспериментальный образец **не имеющей мировых аналогов** многоканальной активной системы обезвешивания для проведения модальных испытаний крупногабаритных трансформируемых систем (КТС) в условиях имитации невесомости. Система имеет уникальные технические характеристики (относительная погрешность компенсации веса КТС при проведении модальных испытаний - не более 0.02%, диапазон частот модальных испытаний - 0.01 - 30 Гц) и позволяет производить наземную экспериментальную отработку КТС космических аппаратов, в том числе рефлекторов диаметром ~ 50 м. **Осуществляется ОКР по созданию опытного образца** такой системы, что позволит в итоге обеспечивать оснащение космических аппаратов рефлекторами сверхбольшого диаметра и солнечными батареями высокой мощности.



Внешний вид единичной стойки системы обезвешивания и проведения модальных испытаний (в системе 16 таких стоек).



Фрагмент системы обезвешивания при проведении модальных испытаний.

Результат исследований успешно доложен на Решетневских чтениях в ноябре 2014 г.



ЛАЗЕРНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ И ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ С ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМОЙ 3D ПОВЕРХНОСТИ (АБЛЯЦИЯ, РЕЗКА, СВАРКА)



ОСОБЕННОСТИ

- Обработка крупногабаритных изделий произвольной формы
- КИМ с большим измерительным объёмом

- 5-ти координатный (X-Y-Z-φ-θ) стол с системой ЧПУ
- сменные Nd-YAG лазеры для обработки материалов (в т.ч. оригинальный лазер ИЛФ СО РАН для абляции)
- диапазоны перемещения стола, мм 3000×3000×600
- погрешность позиционирования, мкм 20
- максимальная толщина материала при резке, мм 6
- обработка металлических изделий с произвольной формой поверхности



На базе комплекса разработана уникальная измерительная машина с разрешением **0.1 мкм** и неопределённостью измерений **менее 5 мкм**

**Комплекс изготовлен по заказу
Аэрокосмической корпорации КНР**

**Аналогичная система создана для ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф. Решетнёва»
(профилирование крупногабаритных объектов)**

**По совокупности параметров превосходит известные аналоги
русского и зарубежного производства**



ХИМИЯ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И МЕХАНОХИМИИ СО РАН

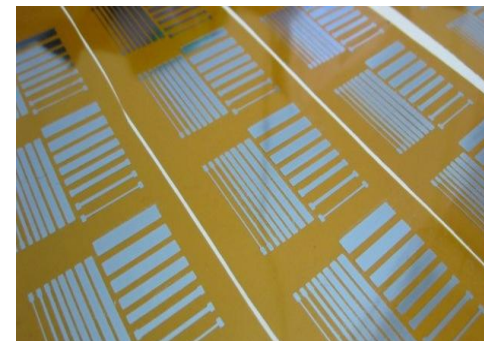
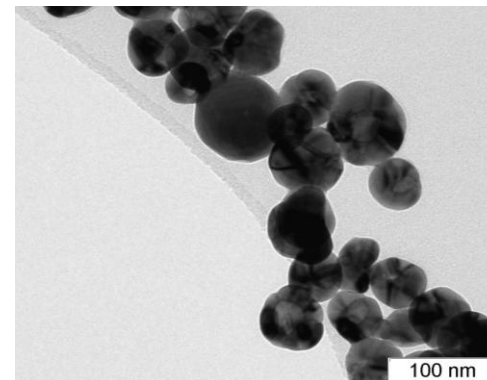
Разработка методов контролируемого синтеза наночастиц металлов и сплавов для использования в аддитивных технологиях

В Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН разработан экстракционно-полиольный метод синтеза поверхностно-модифицированных наночастиц металлов (серебро, медь, никель, висмут и их сплавы), который может быть использован для синтеза порошков металлов со средним размером частиц от 10 нм до 10 мкм, используемых в аддитивных технологиях.

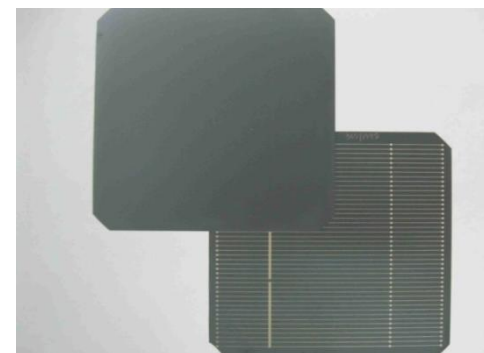
На основе данного метода созданы электропроводящие чернила для струйной печати для формирования электропроводящих элементов и покрытий на плоских подложках с целью создания функциональных материалов и устройств в электронике, приборостроении, авиации, космической технике и других областях.

Возможное применение наночастиц металлов и чернил:

- в фотовольтаике для создания электропроводящих контактов при изготовлении солнечных батарей,
- при изготовлении OLED дисплеев и источников света, химических сенсоров,
- для прототипирования печатных плат, металлизации керамических изделий, изготовления RFID антенн,
- для изготовления электропроводящих композитных материалов – паст, клеев, полимеров

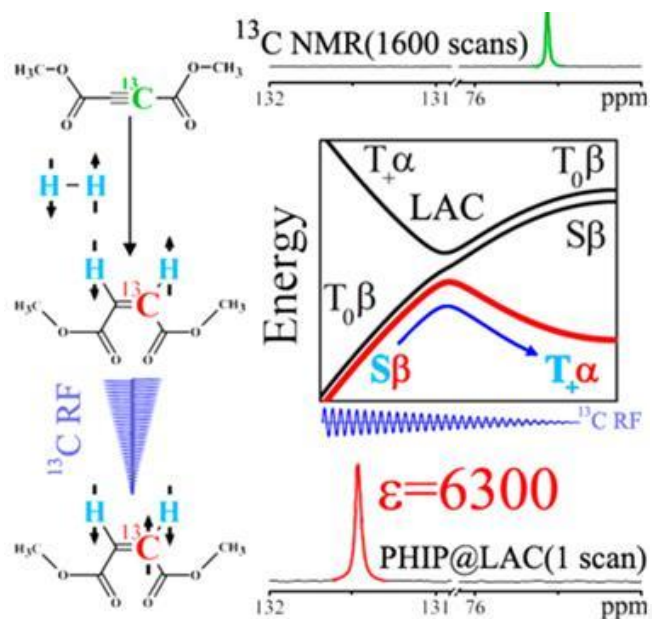


Струйная печать чернилами на основе наночастиц серебра



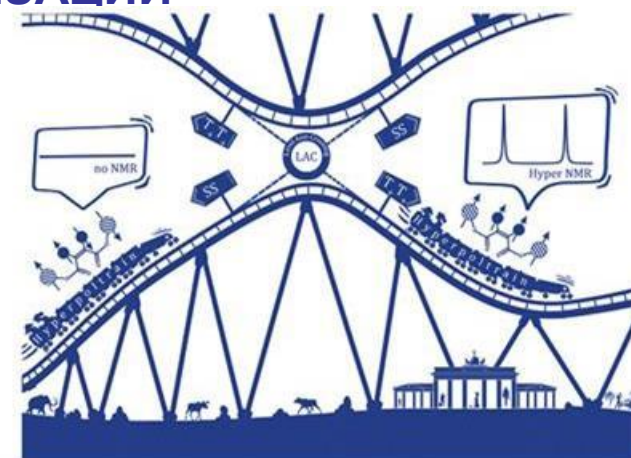
СВЕРХЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЯМР-СПЕКТРОСКОПИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПИНОВОЙ ГИПЕРПОЛЯРИЗАЦИИ

Предложен новый метод усиления сигналов ядерного магнитного резонанса для ядер с малым гиромантным отношением и низким естественным содержанием (^{13}C , ^{15}N). Для изотопа ^{13}C достигнуто усиление сигнала в 6300 раз на естественном содержании, равном 1 %.



Суть метода: перенос существенно неравновесной поляризации (гиперполяризации) с протонов за счет приложения радиочастотных полей в областях антиперечечений

Результаты работы перспективны для разработки сверхчувствительных приложений ЯМР-спектроскопии и томографии.



Showcasing research from cooperation between the International Tomography Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Russia (Andrey N. Pravidtsev, Prof. Alexandra V. Yurkovskaya, Prof. Nikita N. Lukzen and Dr. Konstantin Ivanov) and Free University of Berlin, Germany (Prof. Hans-Martin Vieth).

Title: Exploiting level anti-crossings (LACs) in the rotating frame for transferring spin hyperpolarization.
Quantum-mechanical mixing at energy level: Anti-Crossing (LAC) regions is an efficient loop for manipulating nuclear spin hyperpolarization. The article demonstrates that LAC conditions in multi-spin systems can be controlled by applying a resonant RF-field with properly set frequency and amplitude. Controllable variation of these two parameters provides a new route for efficient transfer of non-thermal spin order for instance, for shifting protein order created by parahydrogen induced polarization, to target nuclei of choice.



www.rsc.org/pccp
Approved article number: 207961

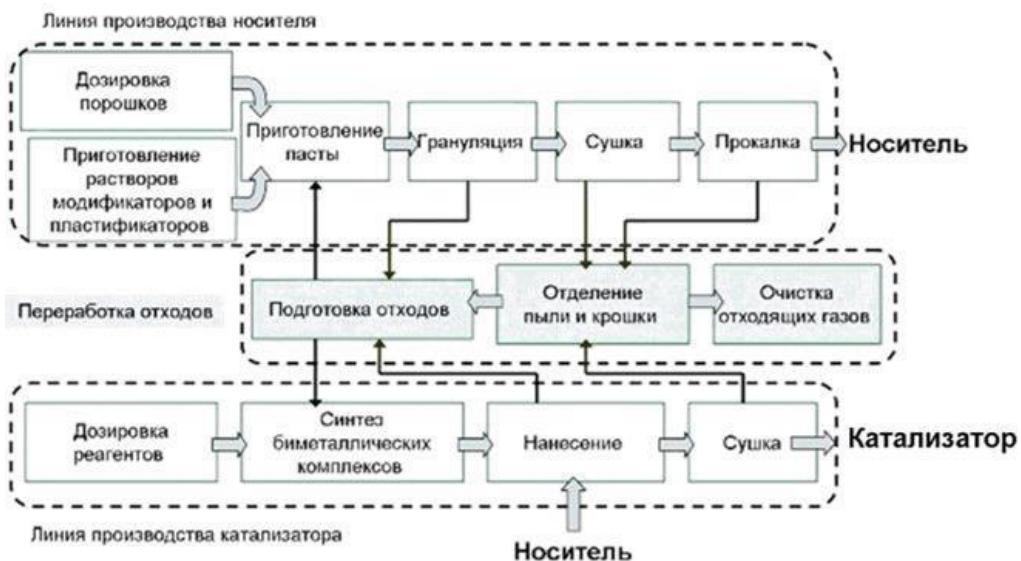
Showcasing research from cooperation between the International Tomography Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Russia (Andrey N. Pravidtsev, Prof. Alexandra V. Yurkovskaya, Prof. Nikita N. Lukzen and Dr. Konstantin L. Ivanov) and Free University of Berlin, Germany (Prof. Hans-Martin Vieth).

Phys. Chem. Chem. Phys., 2014, 16, 18707-18719, *ibid* 2014, 16, 24672-24675

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАТАЛИЗАТОРОВ ГЛУБОКОЙ ГИДРООЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ

В Алтайском крае (г. Яровое) на основе исследований и разработок Института катализа СО РАН создано первое в России производство мощностью 1500 тонн/год катализаторов гидроочистки нефтяных фракций в соответствии с номами Евро-4, Евро-5.

Схема промышленной установки



Внешний вид трехкомпонентного катализатора гидроочистки вакуумного газойля

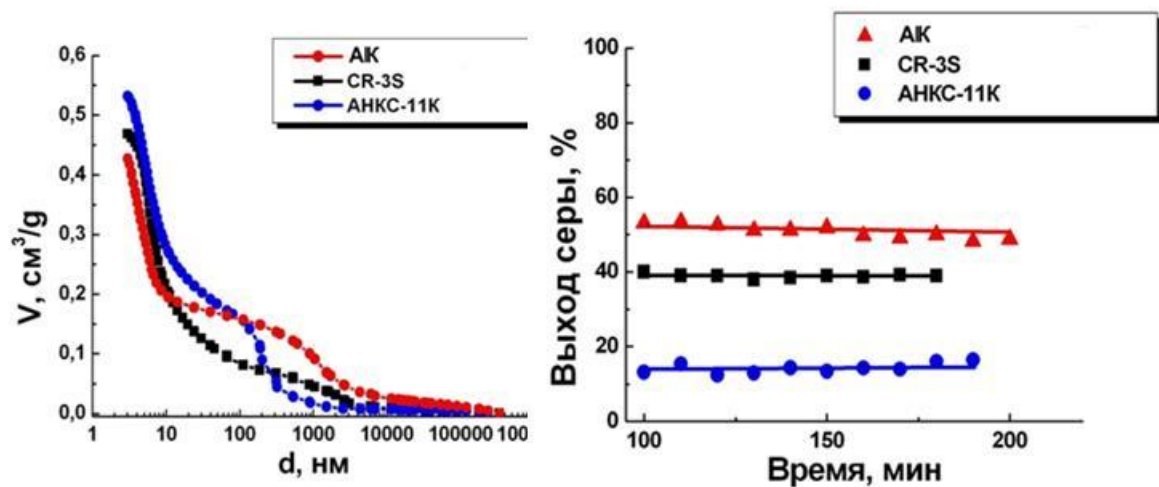


Технические характеристики продукции превосходят известные промышленные образцы в 1,5-2,0 раза

Назначение катализатора	Остаточное содержание серы, ppm
Гидроочистка дизельного топлива	8 – 10
Гидроочистка вакуумного газойля	200 – 300

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО КАТАЛИЗАТОРА ПРОЦЕССА КЛАУСА

На основе исследований ИК СО РАН в ООО «Новомичуринский катализаторный завод» разработана и освоена технология получения нового катализатора процесса Клауса и модернизирована технологическая линия его получения.



Сравнительные текстурные характеристики и активность катализаторов Клауса



Внешний вид катализатора процесса Клауса

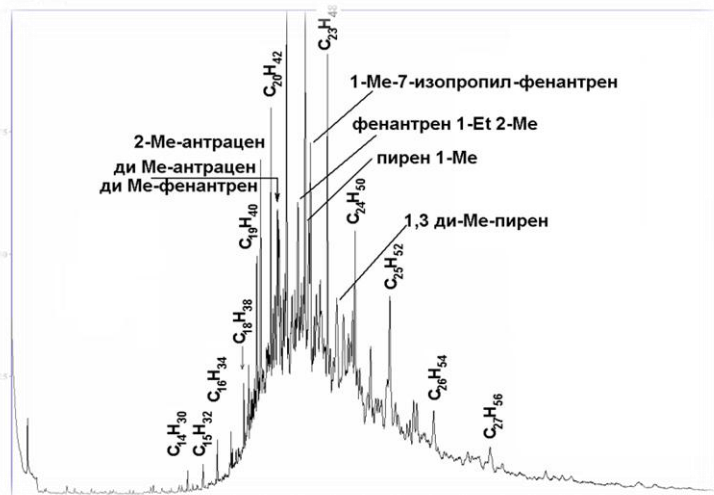
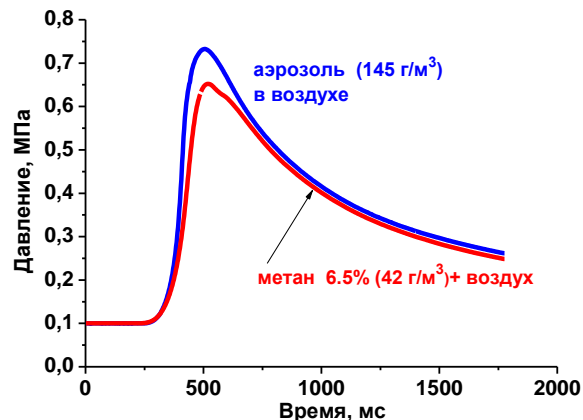
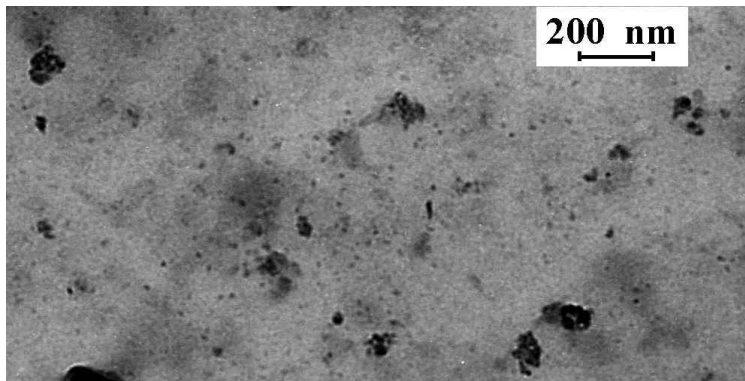
В 2013 г. первая промышленная партия усовершенствованного катализатора объемом 180 тонн введена в эксплуатацию на ООО «Газпромдобыча Оренбург». Катализатор обеспечивает теоретически максимально возможную степень очистки газов от соединений серы.

Исполнители: Институт катализа СО РАН, ООО «Новомичуринский катализаторный завод»



ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Влияние наноаэрозольной фракции техногенной угольной пыли на взрывоопасность пылеметановоздушных смесей



Электронномикроскопическое изображение и химический состав наночастиц, образованных при работе очистного комбайна в одной из шахт Кузбасса.

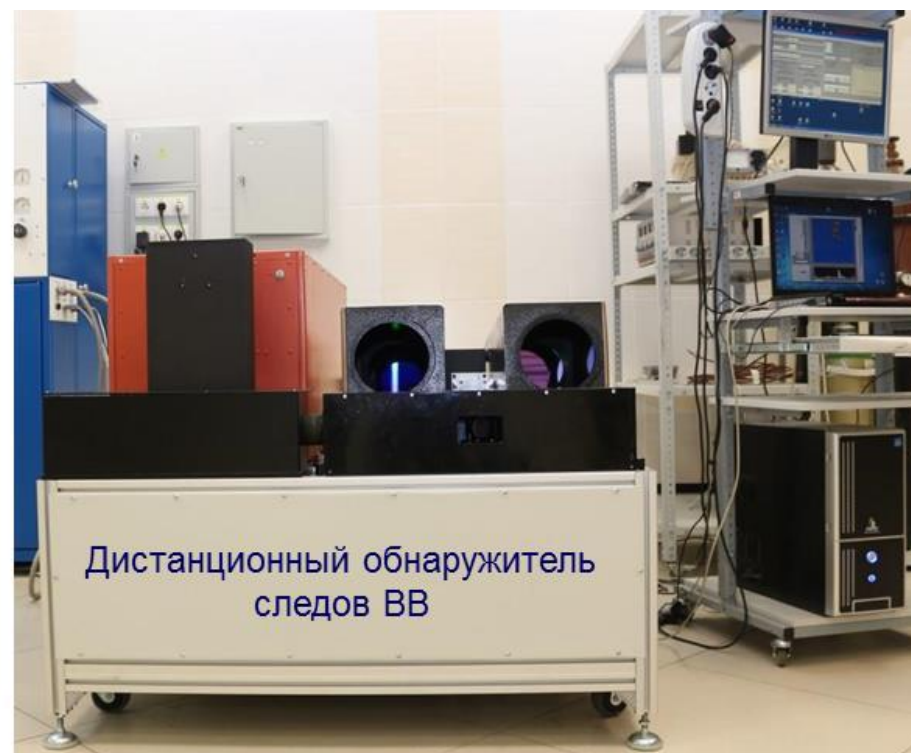
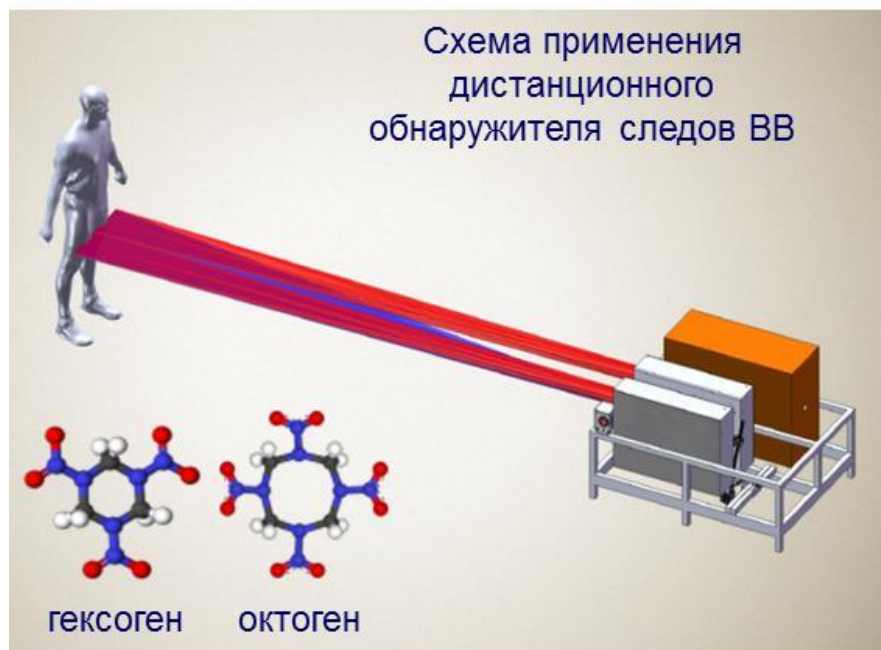
Зависимости давления от времени при взрыве метана и шахтного аэрозоля, полученные в лабораторном реакционном

Установлено, что выемка угольных пластов современными высокопроизводительными комбайнами приводит к образованию значительного количества наноразмерного углеводородного аэрозоля, не учитываемого современными методами контроля взрывобезопасности в шахтах. Наличие такого аэрозоля в метано-воздушной среде, согласно лабораторным экспериментам, делает ее существенно более взрывоопасной. Более того, сам углеводородный аэрозоль взрывоопасен.

Даны рекомендации о необходимости мониторинга органического аэрозоля в шахтной угольной пыли и разработки регламентов по обеспечению его взрывобезопасности.

Лазерный сканирующий дистанционный обнаружитель следов взрывчатых веществ

Впервые в мире разработан лазерный сканирующий дистанционный обнаружитель следов взрывчатых веществ (ВВ) на поверхности автотранспорта, ручной клади и багажа. Прибор испытан сотрудниками Центра специальной техники и связи МВД России и прошёл апробацию в условиях железнодорожного вокзала. Чувствительность обнаружителя для следов таких трудно обнаружимых низко летучих ВВ как гексоген и октоген на дистанции 5 м составляет 1 нг/см^2 и позволяет выявить $100^{\text{ый}}$ отпечаток пальца, контактировавшего с взрывчатым веществом. Работа выполнялась институтами СО РАН (*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева, Институт проблем химико-энергетических технологий, Институт сильноточной электроники*) и координировалась ФСБ России.



Аппаратура дистанционного обнаружения следов азотсодержащих взрывчатых веществ

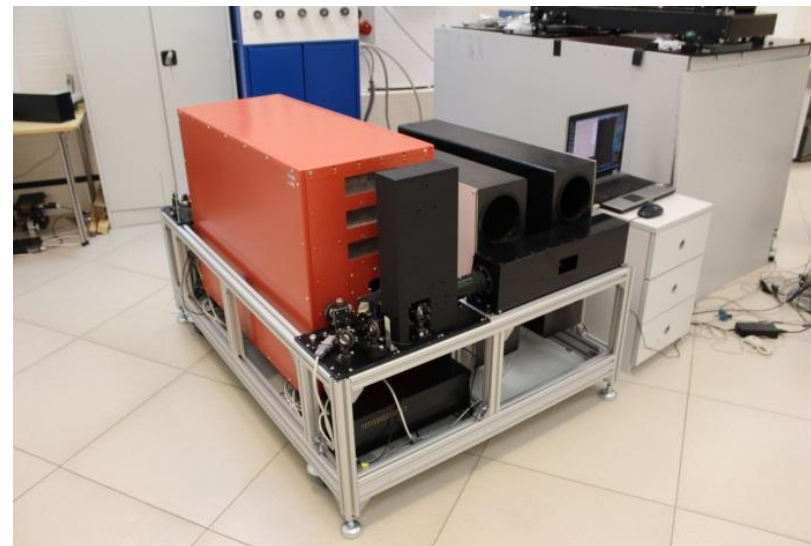


Ж/д вокзал г. Томска

Для предотвращения террористических актов и обеспечения безопасности на стратегически важных объектах и в местах массового скопления людей создан действующий макет аппаратуры дистанционного обнаружения следов азотсодержащих взрывчатых веществ, позволяющий обнаруживать ВВ (тротил, гексоген) с поверхностной концентрацией 1–10 нг/см² при обследовании людей и багажа.



Макет на ж/д вокзале



Общий вид макета аппаратуры обнаружения следов ВВ

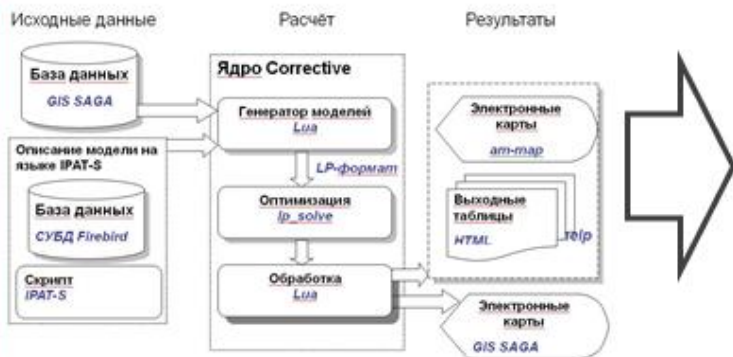
Проведены успешные натурные испытания в условиях реального пассажиропотока железнодорожного вокзала Томск-1. Зарубежных аналогов аппаратуры нет.



ИСЭМ СО РАН

ИССЛЕДОВАНЫ ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ УГРОЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Уникальный методический и модельный аппарат
+ программно-вычислительный комплекс



Доктрина энергетической безопасности РФ

Наиболее существенные угрозы

Оценка по 20 индикаторам и критериям

Набор мер по нейтрализации угроз

Принципы и структура мониторинга

Оценка уровня энергетической безопасности России (по субъектам)



Оценка перспектив использования сланцевых газа, нефти и нетрадиционных топливно-энергетических ресурсов по основным регионам мира и возможных последствий для энергетики России (по заказу Совета Безопасности РФ, 2013)

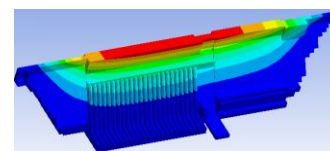
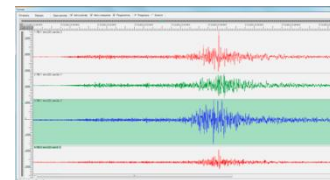
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ СО РАН

Автоматизированная информационная система сейсмометрического мониторинга технического состояния зданий и сооружений

Разработана технология мониторинга технического состояния зданий и сооружений по данным сейсмометрических наблюдений на основе анализа изменения их динамических и упругих характеристик. Разработан и внедрен на Красноярской ГЭС программно-аппаратный комплекс системы сейсмометрического мониторинга.



Уникальная особенность системы – совмещение функций регистрации сейсмических событий с оценкой их воздействия на плотину и планового мониторинга технического состояния в режиме штатной эксплуатации.



С помощью системы зарегистрированы все региональные землетрясения, произошедшие за время ее работы, получены данные сезонного изменения частот собственных колебаний плотины ГЭС.

По результатам исследований получен патент на изобретение RU 2515130, опубликованы монография и 6 статей в рецензируемых российских и зарубежных журналах.

