

Общее собрание Сибирского отделения РАН

25 апреля 2013 г.



г. Новосибирск

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН В 2012 г. И КРАТКИЙ ОТЧЕТ О РАБОТЕ РУКОВОДСТВА ОТДЕЛЕНИЯ В 2008-2012 гг.

академик А.Л. Асеев
председатель Сибирского отделения РАН



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ



Институт
математики
им. С.Л.Соболева



Предельные теоремы теории вероятностей и математической статистики и их приложения

В Институте математики им. С.Л. Соболева завершен цикл работ, устанавливающий новые версии принципа больших уклонений для траекторий случайных блужданий. Эти версии справедливы при значительно более широких условиях и в более общих функциональных пространствах, чем существующая версия, установленная около полувека назад.

Принципы больших уклонений имеют многие приложения как в теории вероятностей, так и в смежных областях, таких, например, как статистическая механика.

Экспоненциальное неравенство Чебышева в одномерном случае имеет многочисленные применения в теории вероятностей, являясь важным техническим инструментом исследований. Поэтому можно ожидать, что многомерная версия этого неравенства также будет широко использоваться.

А. А. Боровков, А. А. Могульский. Принципы больших уклонений для траекторий случайных блужданий // Теория вероятностей и ее применения, 2012, т. 57, вып. 1, с. 3-34.



Задача протекания для уравнений Навье-Стокса

В ИМ СО РАН совместно с ИГиЛ СО РАН доказана разрешимость осесимметричной стационарной задачи протекания для уравнений Навье-Стокса в следующих случаях:

- ✓ течение имеет дополнительно плоскость симметрии, пересекающую все связные компоненты границы области, на которых задан вектор скорости;
- ✓ ось симметрии пересекает все компоненты границы, на которых заданы функция тока и завихренность;
- ✓ граница области течения состоит из поверхности вращения и пересекающего ее отрезка оси симметрии, на котором распределены источники или стоки (рис. 1). Рассмотрен плоский аналог последней задачи (рис. 2): граница области состоит из жордановой кривой и точки внутри нее, в которой находится источник или сток.

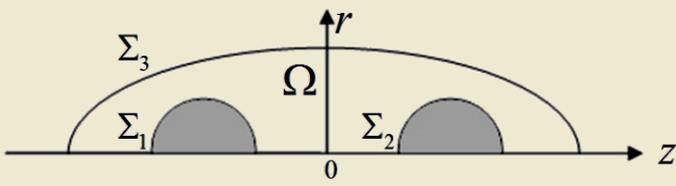


Рис. 1. Область течения в осесимметричной задаче

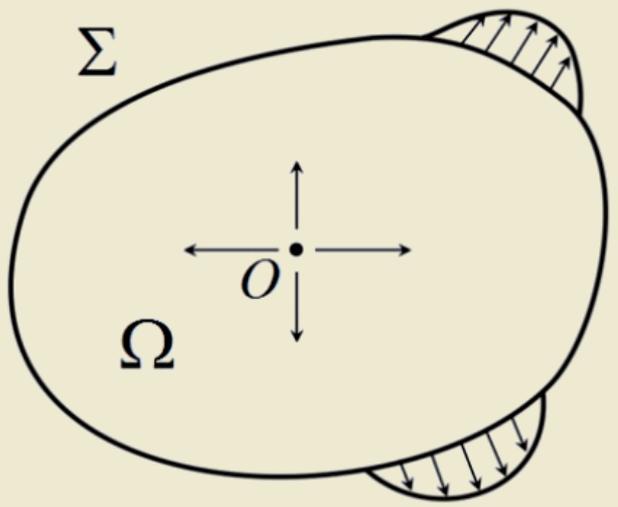


Рис. 2. Особый случай плоской задачи

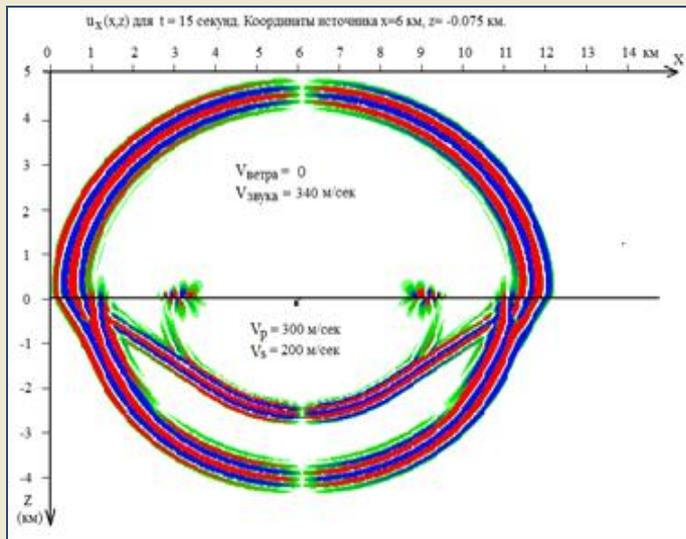
Доказательство основано на полученных впервые априорных оценках решения всех рассмотренных задач.

Алексеев Г.В., Пухначев В.В. Осесимметричная задача протекания для уравнений Навье-Стокса в переменных «завихренность – функция тока» // Докл. РАН. 2012. Т. 445, № 4. С. 402-406.

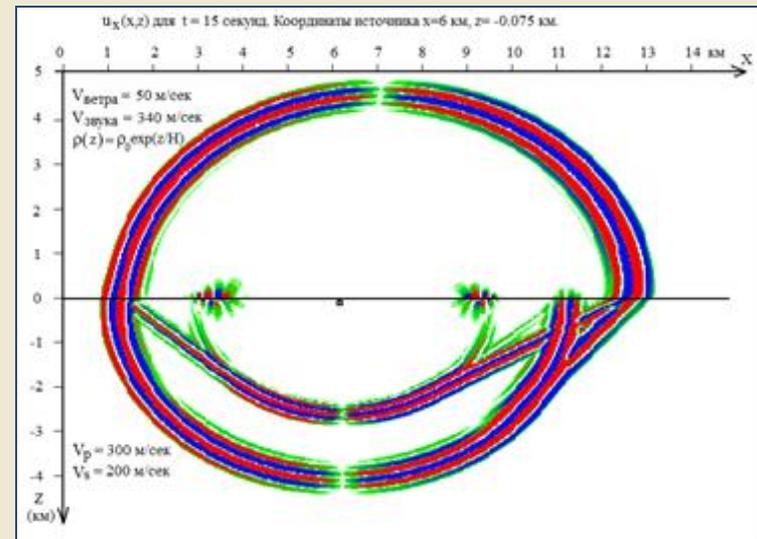
ИВМиМГ: Численный алгоритм решения динамической задачи моделирования распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для совмещенной модели "Земля-Атмосфера"

Разработан новый численно-аналитический алгоритм решения задач геофизики и электродинамики, основанный на комплексировании интегрального преобразования Лагерра по временной координате с высокоточными разностными схемами по пространственным координатам. Метод предназначен для решения задач теории упругости и электродинамики в неоднородных, вязкоупругих, анизотропных средах. В частности, разработанный метод применен для решения задачи распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн в совмещенной неоднородной модели «Земля-Атмосфера» с учетом ветра.

Демидов Г.В., Мартынов В.Н., Михайленко Б.Г. Метод решения эволюционных задач, использующий пошаговое преобразование Лаггера // Сиб. Журнал вычислительной математики, т. 15, N 2, 2012, 191 – 196.



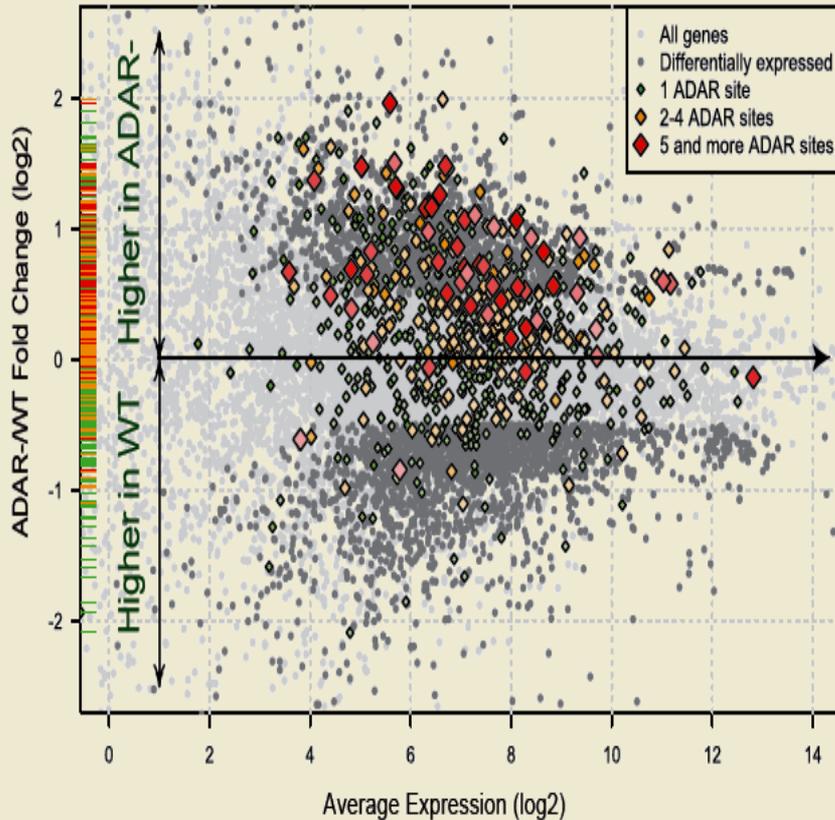
Волновое поле для модели «Земля-Атмосфера» в фиксированный момент времени без учета ветра.



Волновое поле для модели «Земля-Атмосфера» в фиксированный момент времени с учетом ветра.

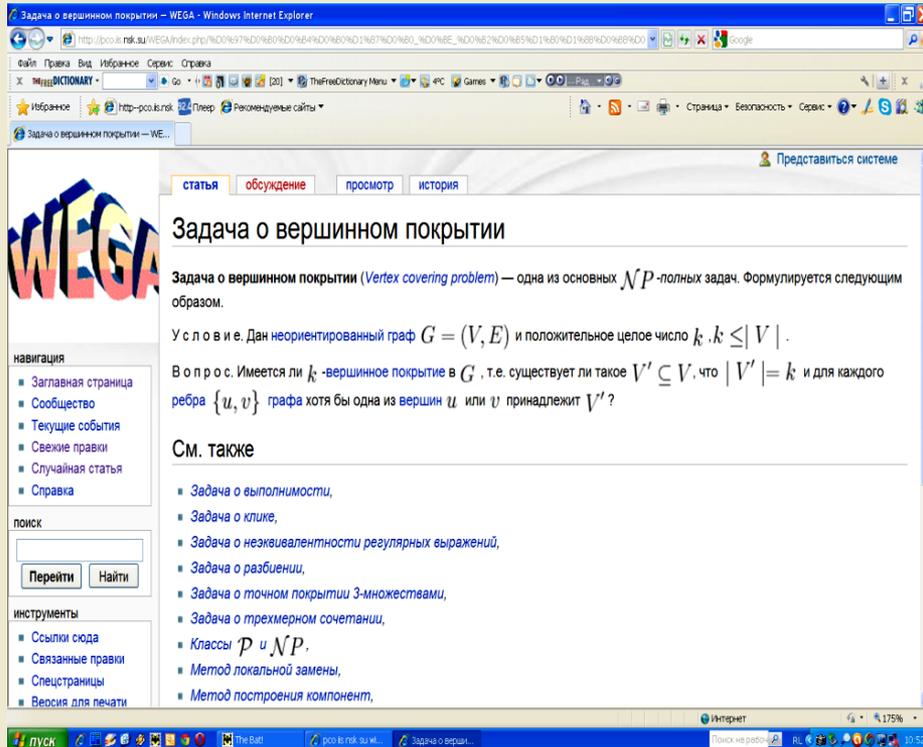


ADAR-WT fold change vs number of sites and expression level



Анализ генов мухи, содержащих сайты редактирования белком ADAR

Разработан научно-исследовательский инструментарий и проведена обработка 2,5 терабайтов данных, полученных в процессе РНК и ДНК секвенирования нового поколения геномов человека, мыши и мухи. Разработаны методы машинного обучения с целью выявления паттернов и биомаркеров различных молекулярно-генетических процессов. Совместно с иностранным партнером (Институт Сен-Лорента, США) получены биологически значимые результаты в области лечения и диагностики рака, воспалительных процессов, болезни сужения сосудов и исследования фундаментальных процессов генной регуляции.



V.N. Kasyanov. Hierarchical Graph Models and Information Visualizaon. Third World Congress on Software Engineering (WCSE 2012), p. 79-82.

Выполнены работы по изучению и систематизации алгоритмов обработки, визуализации и применения графовых моделей в программировании. Разработана экспериментальная версия интерактивной электронной энциклопедии теоретико-графовых алгоритмов решения задач информатики и программирования WEGA, ориентированная на работу в среде Интернет. Система WEGA включает электронный тезаурус по прикладной теории графов и предусматривает открытый доступ, а также постоянное пополнение и развитие. Энциклопедия поддерживается средствами задания графов и графовых алгоритмов, их статической и динамической визуализации, а также средствами подготовки печатных изданий и редактирования математических формул и иллюстраций.

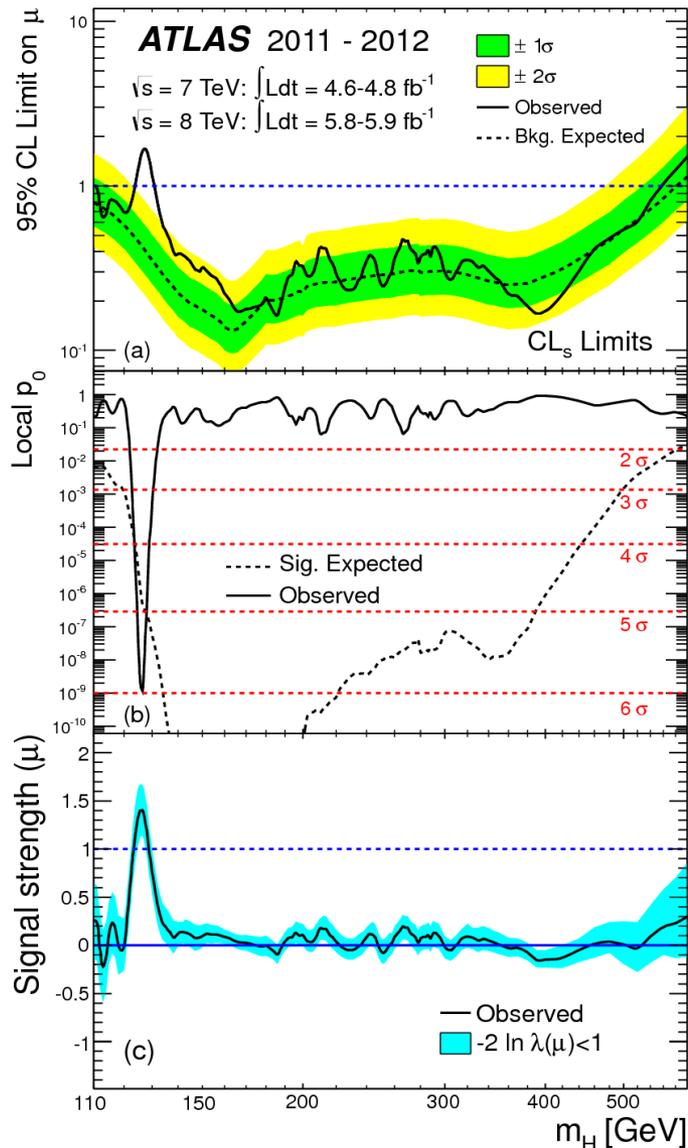
Электронная энциклопедия WEGA



ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

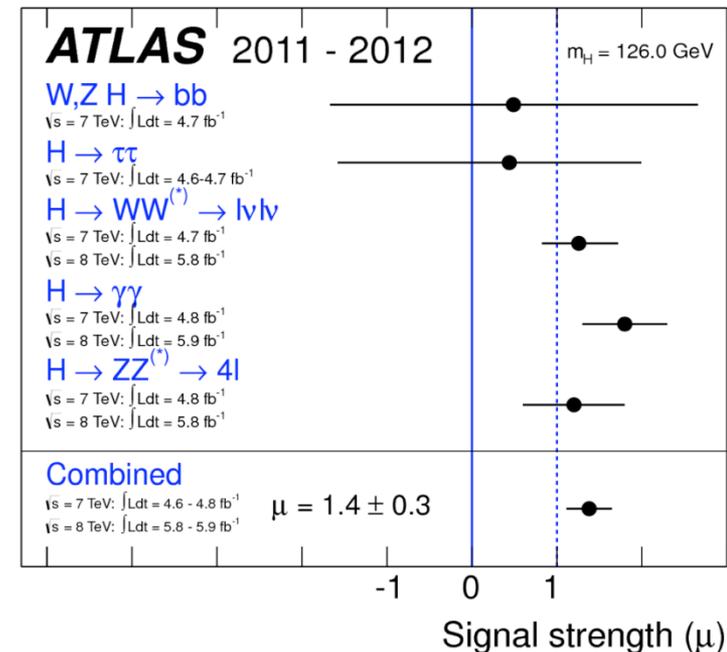
Открытие бозона Хиггса на детекторе ATLAS

[Phys. Lett. B 716 \(2012\) 1-29](#)



- Обнаружена новая частица с массой 126.0 ± 0.4 (стат.) ± 0.4 (сист.) ГэВ
- Новая частица наблюдается на уровне 5.9 стандартных отклонений от фона
- Интегральная светимость 4.8 фб^{-1} (7 ТэВ) + 5.8 фб^{-1} (8 ТэВ)

• Основные каналы поиска бозона Хиггса

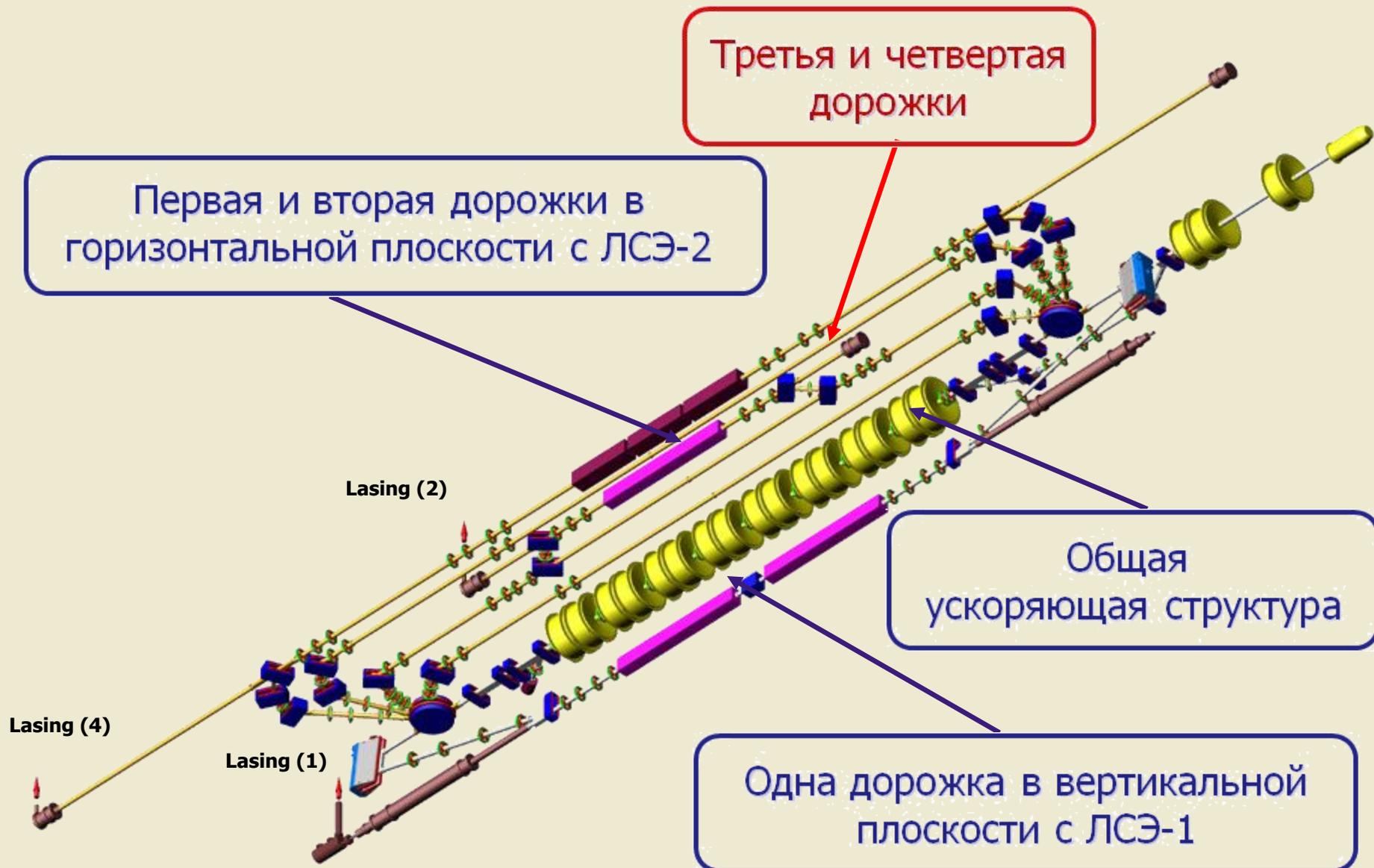


- Величина сигнала $\mu = \sigma/\sigma_{SM}$



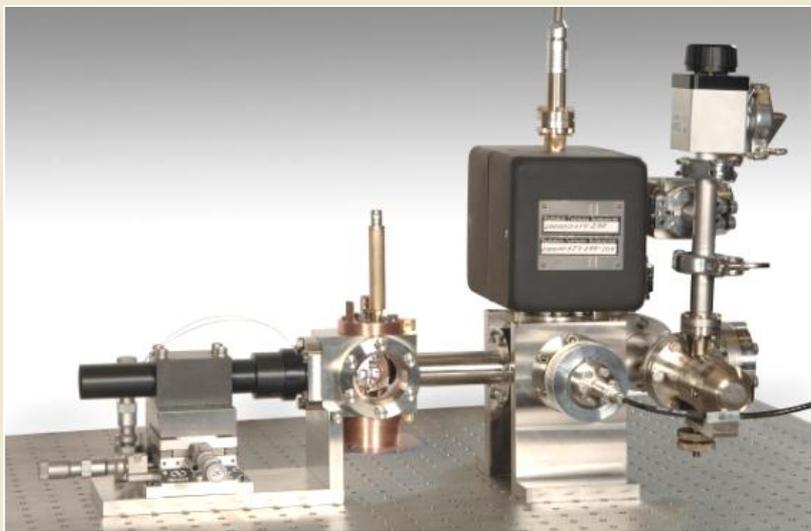
ИЯФ СО РАН

Схема первого в мире многодорожечного ускорителя-рекуператора.
В 2012 г. получен циркулирующий пучок на третьей и четвертой дорожках.



В ИЛФ СО РАН впервые предложен революционный метод существенного (вплоть до трех порядков от своей величины) подавления сдвига частоты «часового» перехода в атоме или ионе, связанного с тепловым излучением окружающей среды. Предложен и исследован новый метод лазерной спектроскопии сильно запрещенных переходов ультрахолодных атомов и ионов – «гипер-Рамси» спектроскопия, позволяющий уменьшить влияние полевого сдвига частоты перехода на четыре порядка за счет действия самого пробного поля.

В совместных экспериментах ИЛФ СО РАН с Физико-техническим Институтом (Брауншвейг, Германия) по созданию оптического стандарта частоты нового поколения на ионе иттербия, оказалось возможным подавить тепловой и полевой сдвиги перехода в ионе иттербия до уровня 10^{-18} , что позволяет обеспечить стабильность и точность частоты оптического стандарта на уровне 10^{-17} - 10^{-18} .



$^{171}\text{Yb}^+$ ионная ловушка и вакуумная система откачки.

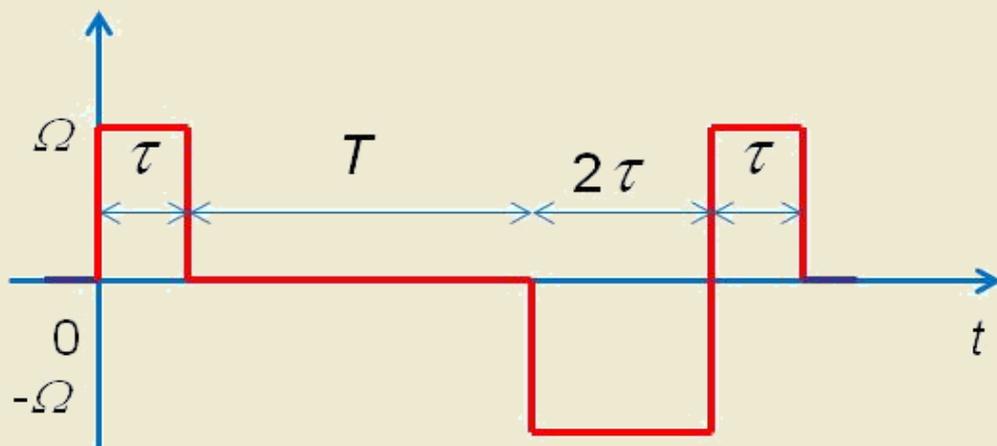


Схема гипер-Рамси спектроскопии. Последовательность импульсов, специально подобранных по длительности и фазе, обеспечивает подавление полевого сдвига частоты перехода при любом значении амплитуды импульсов.

В ИЛФ СО РАН впервые в мире экспериментально продемонстрировано когерентное сложение параметрически усиленных фемтосекундных импульсов. Экспериментально реализовано неколлинеарное параметрическое усиление чирпованных фемтосекундных импульсов в кристаллах ВВО и LBO при пикосекундной лазерной накачке. Определены требования к основным параметрам усиленных импульсов и осуществлено их когерентное сложение. Выполненные эксперименты подтверждают перспективность предложенной и развиваемой в ИЛФ СО РАН концепции создания лазерных систем предельно высокой, ультрарелятивистской интенсивности ($>10^{25}$ Вт/см²) на основе когерентного сложения полей многоканальной лазерной системы с параметрическими каскадами усиления.

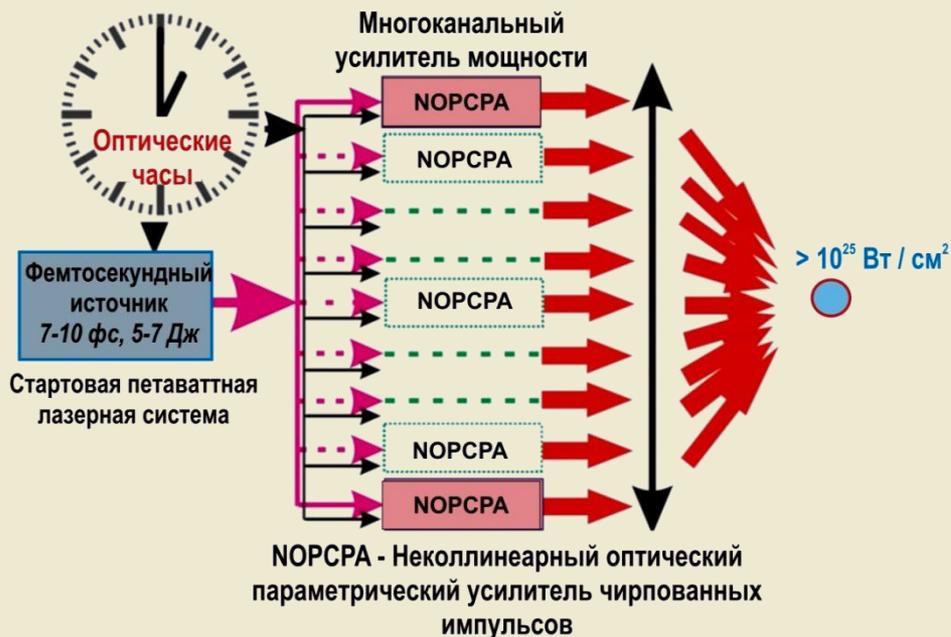
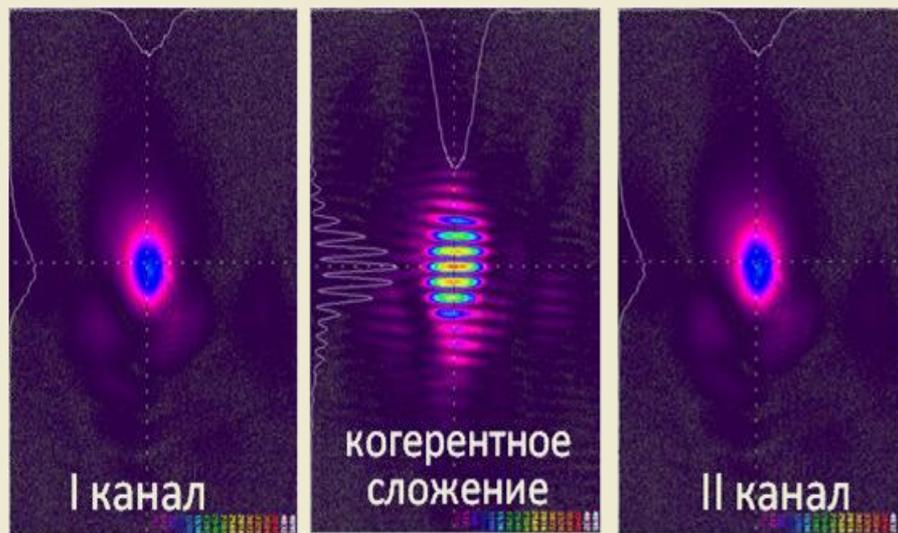


Схема многоканальной лазерной системы ультрарелятивистской интенсивности



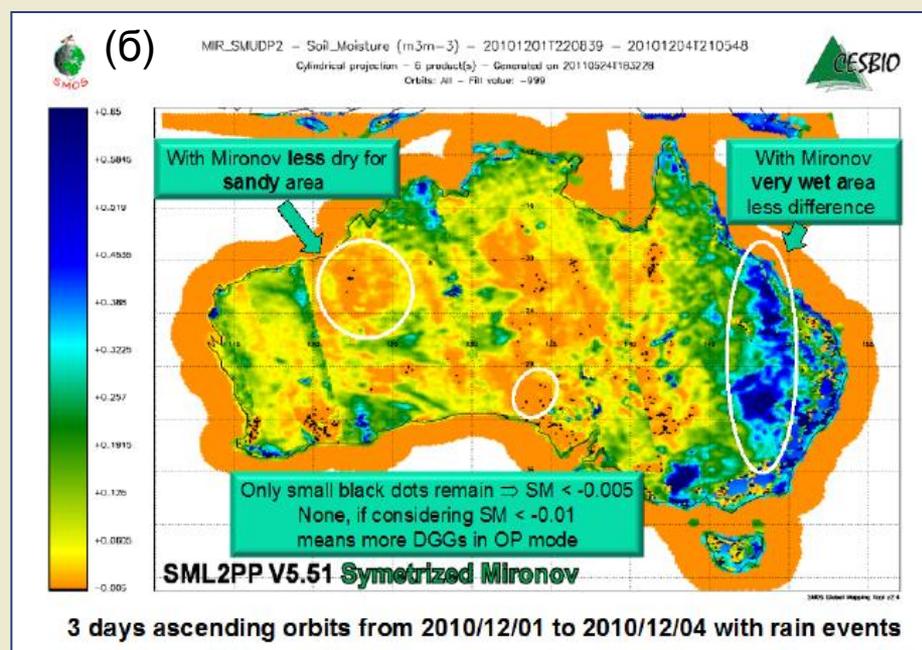
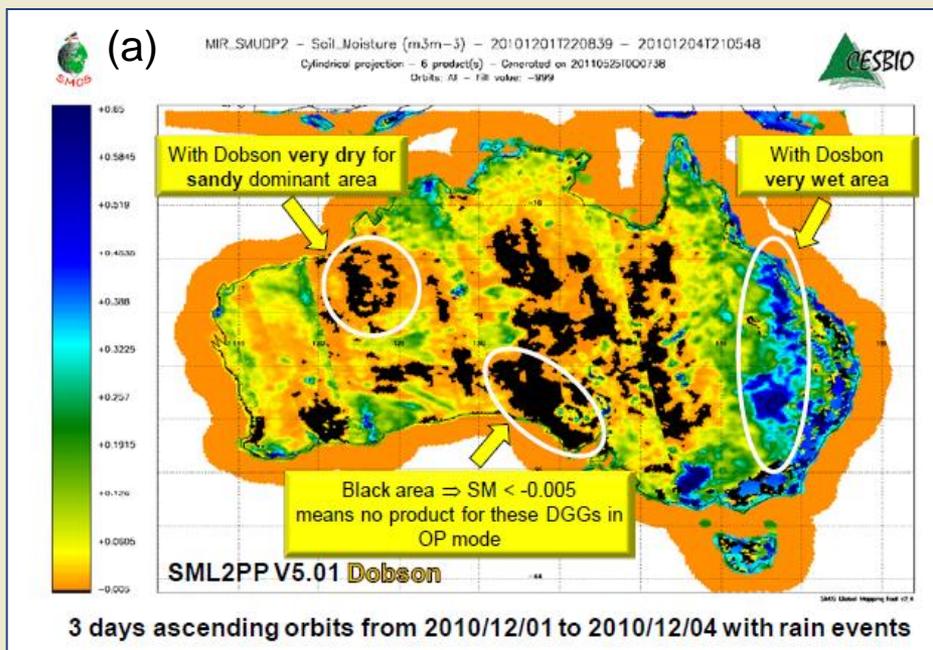
Пространственный профиль излучения в каналах и в области когерентного сложения

В Институте физики им. Л.В.Киренского СО РАН создана модель диэлектрической проницаемости влажных почв, которая с 2012 г. включена в алгоритм Европейского космического аппарата SMOS вместо американской модели и обеспечивает глобальный мониторинг влажности почвенного покрова на основе измерений радиотеплового излучения поверхности Земли.

Работа выполнена в рамках международной кооперации с Центром космических исследований биосферы (CESBIO), Французское Космическое Агентство, г. Тулуза, Франция.

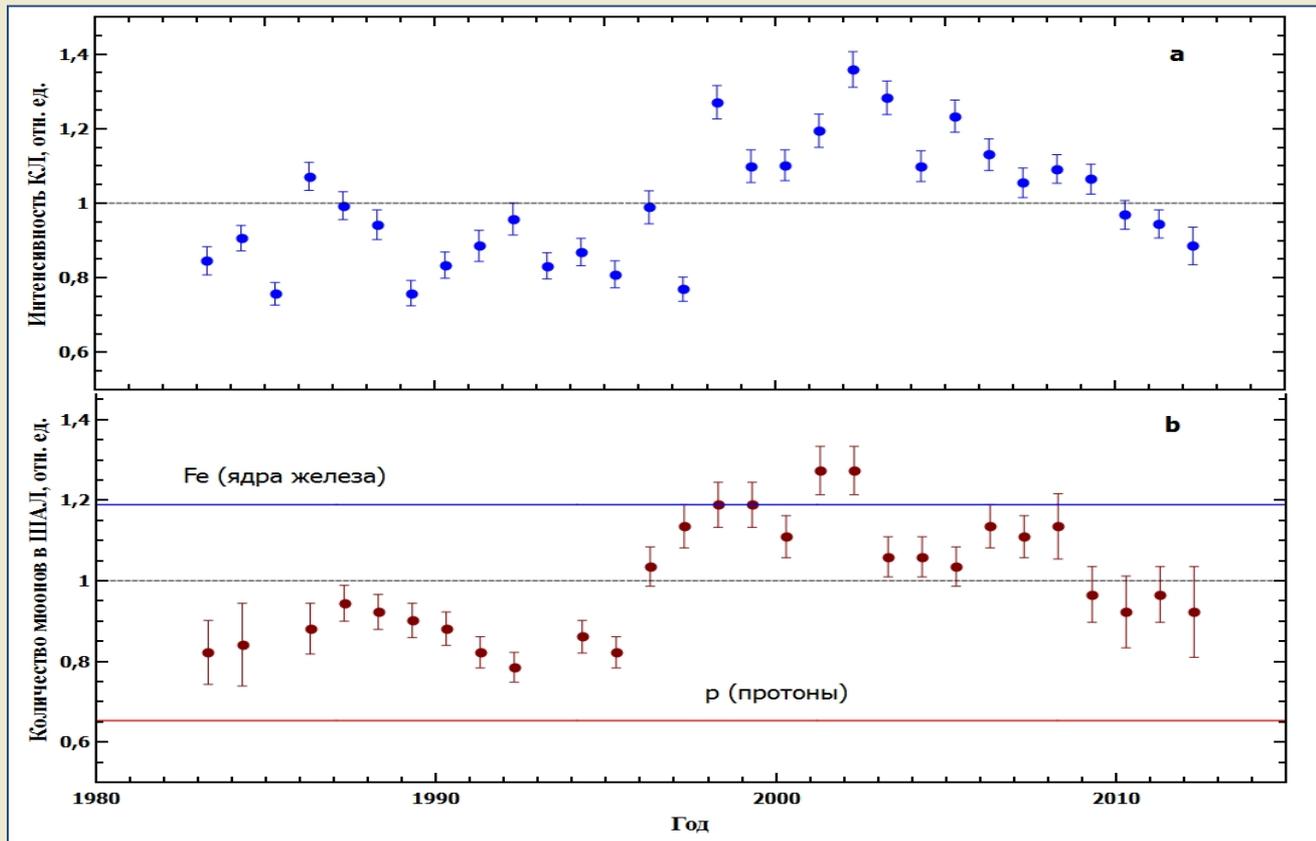
Wigneron J.-P., ... Mironov V., et. al., Evaluating an Improved Parameterization of the Soil Emission in L-MEB, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 49, no.4, pp. 1177-1187, Apr. 2011.

Mironov V.L., Fomin S.V., Temperature and Mineralogy Dependable Model for Microwave Dielectric Spectra of Moist Soils, PIERS Online, vol. 5, no. 5, pp. 411-415, 2009.



На рисунках (а) и (б) показаны карты влажности Австралии, полученные с помощью спутника SMOS с применением американской модели (а) и модели ИФ СО РАН (б). При использовании модели ИФ СО РАН исчезают отмеченные черным цветом обширные области, на которых прежний алгоритм SMOS не мог восстановить влажность почв. При этом погрешность восстановления влажности с применением модели ИФ СО РАН соответствует техническим условиям аппарата SMOS.

Впервые установлено существование значительных временных вариаций интенсивности и массового состава космических лучей (КЛ) сверхвысоких энергий (энергии $E > 10^{17}$ эВ). Обнаружение этого явления оказалось возможным благодаря осуществлению непрерывной регистрации КЛ на Якутской установке широких атмосферных ливней в течение длительного периода времени. Анализ измерений, выполненных в период 1982-2012 гг. показал, что интенсивность КЛ в период 1997-2006 гг. на 36 % выше по сравнению с периодом времени 1982-1995 гг. Всплеск интенсивности КЛ в 1997-2006 гг. может быть обусловлен активизацией одного из галактических источников КЛ, которыми предположительно являются вспышки сверхновых звезд. Обнаружение этого космического объекта впервые позволит идентифицировать источник КЛ сверхвысоких энергий.



Интенсивность космических лучей с энергией $E > 10^{17}$ эВ (a) и количество мюонов в широких атмосферных ливнях (b) в зависимости от времени. Сплошные горизонтальные линии – ожидаемое количество мюонов в ШАЛ, порожденных протонами (p) и ядрами железа (Fe)



НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Инфраструктура нанотехнологий



Центр метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции nanoиндустрии в Сибирском федеральном округе

Головной исполнитель:

ФГУП «СибНИИ метрологии», г.Новосибирск;

Соисполнители:

- Ассоциация ЦКП СО РАН

- ФГУ «НЦСМ», г.г. Новосибирск, Томск, Красноярск, Омск и др.



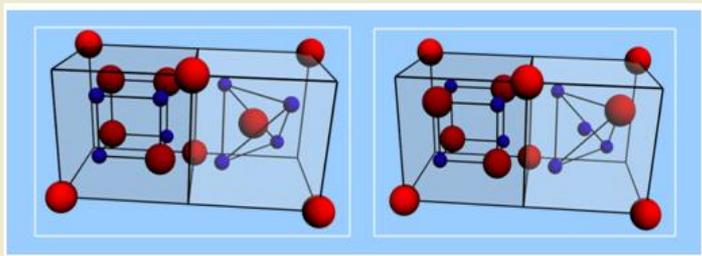
□ Создание элемента инфраструктуры центра метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции nanoиндустрии в Сибирском Федеральном округе.

□ Обеспечение измерительных потребностей предприятий нанотехнологической сети в регионе.

□ Обеспечение международного признания результатов измерений в сфере нанотехнологий.

Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН и ИФПМ СО РАН (Томск) в сотрудничестве с институтом Дж. Стефана (Словения), университетами Фрайбурга (Германия) и Стэнфорда (США)

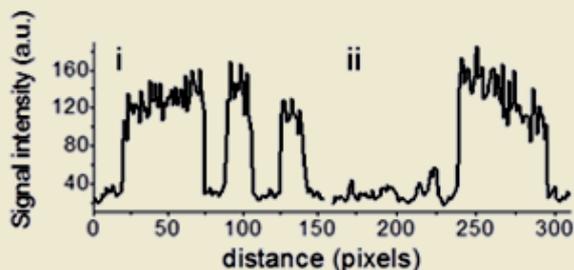
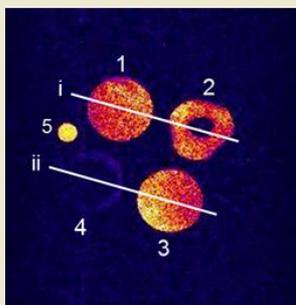
Создание наночастиц шпинели $MeFe_2O_4$ с неравновесной структурой для MRI-диагностики и получения феррилипосом для магнитного нацеливания химиопрепаратов при лечении рака



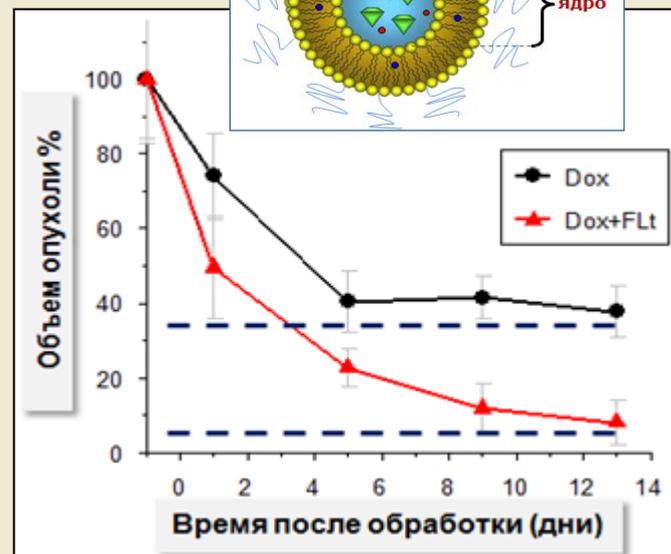
→
Феррилипосомы для магнитного нацеливания химиопрепаратов при лечении рака



↓
Контрастные среды для MRI-диагностики



Уникальные магнитно-резонансные свойства для MRI диагностики (контраст типа T1 и T2)



При лечении рака молочной железы в 20 раз повышается эффективность химиотерапевтического препарата доксорубицина



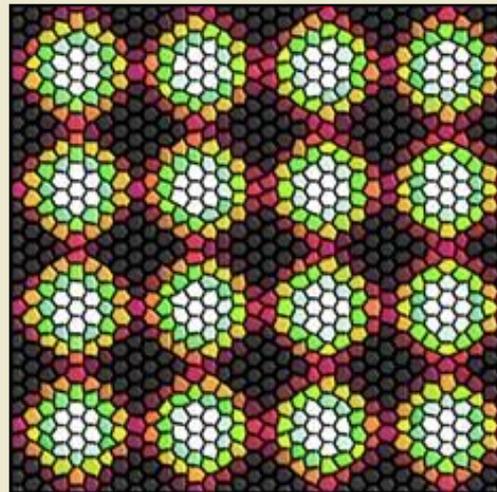
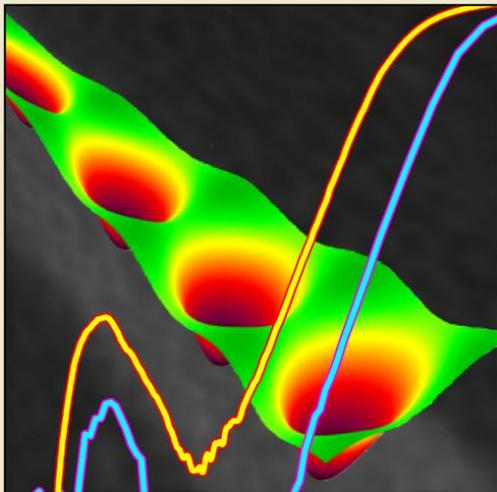
ARTICLE

Received 25 Jul 2012 | Accepted 2 Jan 2013 | Published 5 Feb 2013

DOI: 10.1038/ncomms2437

Magnetic field-induced dissipation-free state in superconducting nanostructures

R. Córdoba^{1,2}, T.I. Baturina^{3,4}, J. Sesé^{1,2}, A. Yu Mironov³, J.M. De Teresa^{1,2,5}, M.R. Ibarra^{1,2,5}, D.A. Nasimov³, A.K. Gutakovskii³, A.V. Latyshev³, I. Guillamón^{6,7}, H. Suderow⁶, S. Vieira⁶, M.R. Baklanov⁸, J.J. Palacios⁹ & V.M. Vinokur⁴

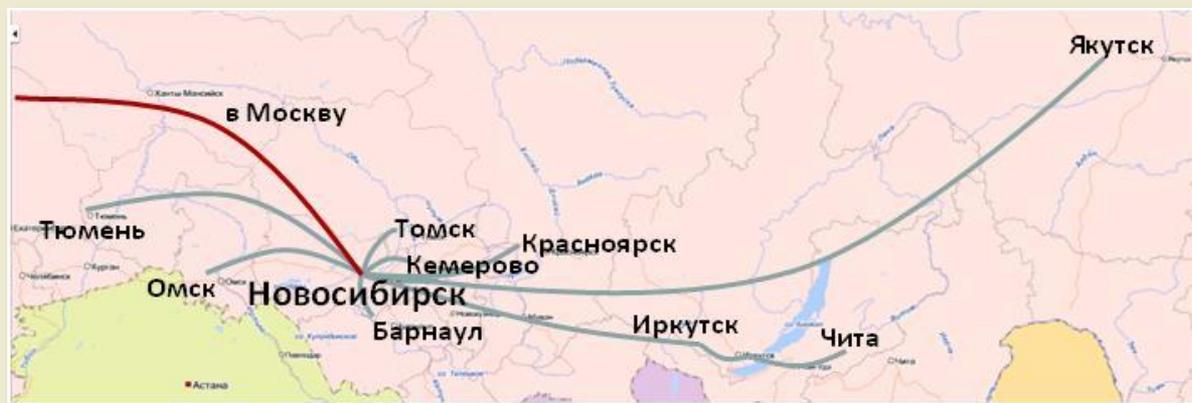


Мозаичное представление распределения сверхпроводящего параметра порядка вокруг отверстий в плёнке (показаны белым цветом). Зелёный цвет отвечает областям с сильными сверхпроводящими свойствами. По мере удаления от отверстий сверхпроводящие свойства ослабевают (жёлтый, красный). Чёрным показаны области, занятые вихревыми кластерами.

Создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры междисциплинарных научных исследований как основы экономического и социального развития восточных регионов России (ИВТ СО РАН, ИДСТУ СО РАН, ИВМ СО РАН и др., руководитель работы – академик Шокин Ю.И.)



С середины 90-х годов в Сибирском отделении активно велись работы по созданию важнейшего компонента инфраструктуры науки – локальных, региональных и межрегиональных компьютерных сетей, интегрированных в глобальную сеть – Интернет, а также специализированных телекоммуникационных, мультимедийных, информационных и вычислительных сервисов.



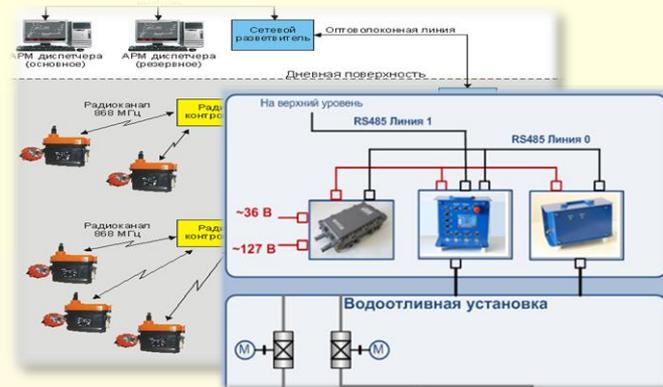
Эта работа признана на государственном уровне и авторскому коллективу, возглавляемому академиком Ю.И.Шокиным, присуждена **премия Правительства РФ 2012 года в области науки и техники.**

Созданная в СО РАН инфраструктура внесла и продолжает вносить огромный вклад в развитие не только научного и образовательного комплекса Сибири, но и всей экономики региона.



Автоматизированная система контроля и управления технологическими объектами (АСКУ ТО) КТИ ВТ СО РАН

В КТИ ВТ СО РАН разработана **распределенная система контроля и управления технологическими объектами с двухуровневой иерархией**, включающая две основные составляющие: подземное оборудование (нижний уровень) и наземное оборудование (верхний уровень).



АСКУ ТО – **открытая модульная система**, позволяющая интегрировать в нее оборудование сторонних производителей.

Системы, созданные на базе АСКУ ТО, являются **единым аппаратно-программным комплексом**, обслуживаемым одним оператором и способным решать разнообразные задачи.

Всё оборудование сертифицировано и имеет разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение в рудниках и угольных шахтах, в том числе, опасных по газу и пыли.



ГЕОГРАФИЯ внедрения систем шахтной автоматики

Специалистами КТИ ВТ СО РАН разработано и введено в промышленную эксплуатацию **16** автоматизированных систем контроля и управления на **9** шахтах Кузбасса





МЕХАНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

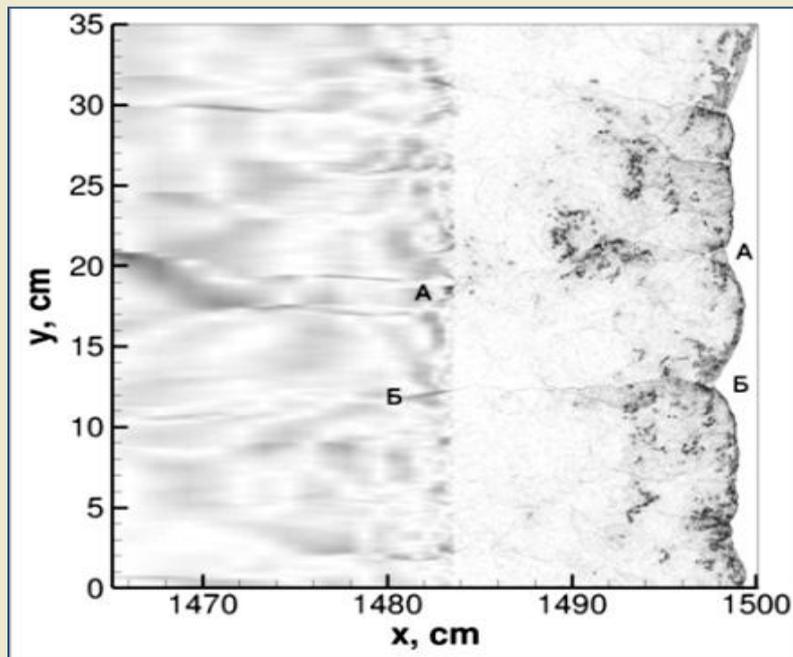


Численное моделирование нерегулярной двумерной структуры детонационной волны в метано-воздушной смеси

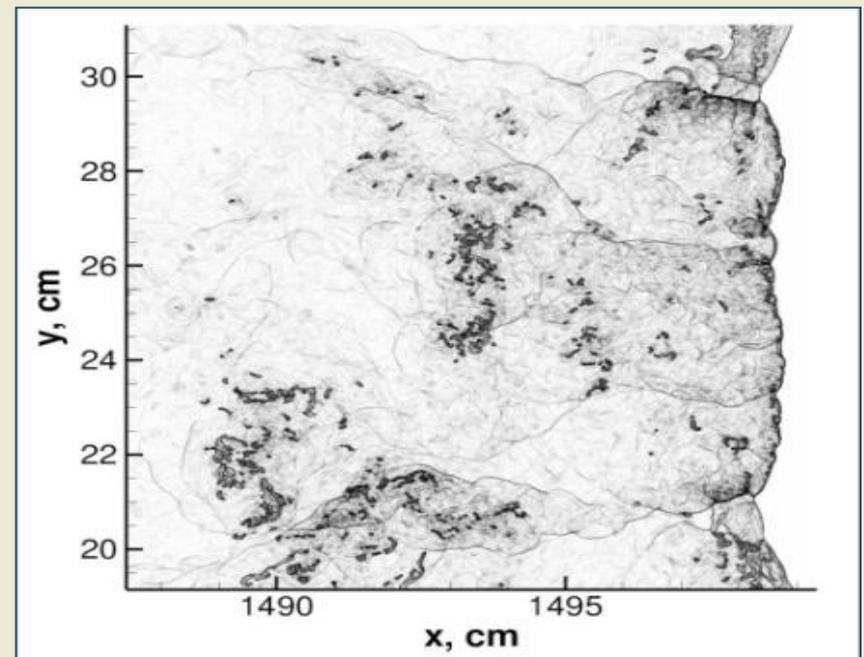
В Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева впервые выполнено численное исследование нерегулярной двумерной многофронтной (ячеистой) структуры детонационной волны (ДВ) в стехиометрической метано-воздушной смеси.

Разработана двухстадийная модель кинетики детонационного горения метана, которая имеет высокую точность и согласована со вторым началом термодинамики.

Определен размер детонационной ячейки, равный 33 ± 3 см, что согласуется с экспериментом. Структура фронта детонации представляет собой иерархию уменьшающихся по размерам поперечных волн.



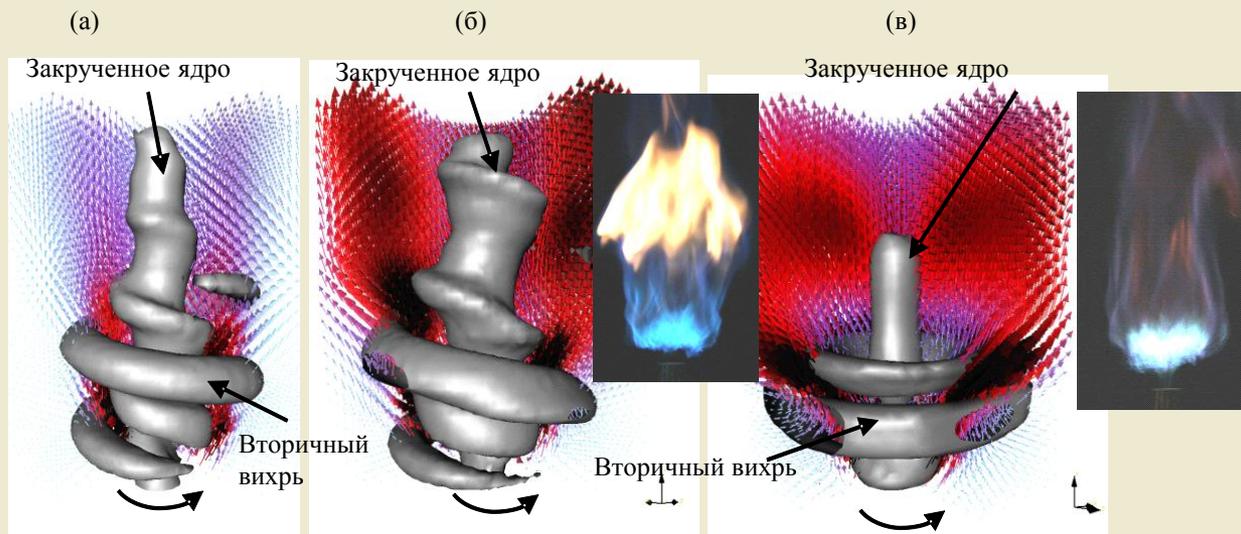
Численная шлирен-визуализация структуры волны (АА и ББ – основные поперечные волны)



Увеличенная область течения: верхняя вторичная волна с тонкой ячеистой структурой



В Институте разработаны способы управления прецессирующим вихревым ядром в закрученном пламени. С привлечением современных оптических методов диагностики пламен проведен цикл экспериментальных исследований возможности управления процессом горения в струйном факеле посредством закрутки потока и периодического возмущения начальной скорости. Показано, что внесение сильной закрутки в поток без горения приводит к формированию пары вторичных спиральных вихрей вследствие интенсивной прецессии вихревого ядра струи. Аналогичные когерентные структуры обнаружены и для пламени со значительным избытком топлива. Важным и принципиально новым фундаментальным результатом настоящей работы является то, что при наложении на начальный закрученный поток высокоамплитудных осцилляций (с частотой меньшей частоты прецессии), возникающие вынужденные кольцевые вихри, взаимодействуя с пламенем богатой пропано-воздушной смеси, определяют динамику всего потока. При этом прецессия вихревого ядра более не наблюдается, что дает возможность управлять частотой определенных пульсаций скорости и тепловыделения в пламени.



Когерентные структуры в потоке сильнозакрученной струи (а), факела пропана (б) и периодического возмущения начальной скорости факела (в).



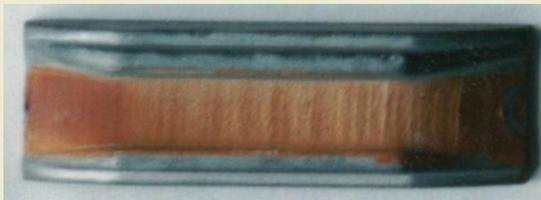
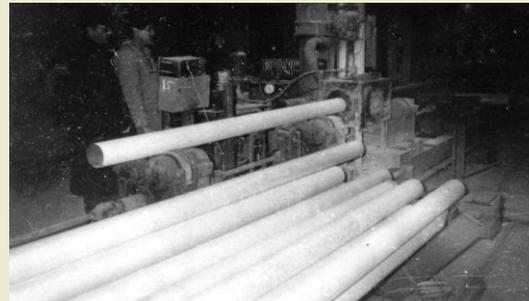
Холодное газодинамическое напыление



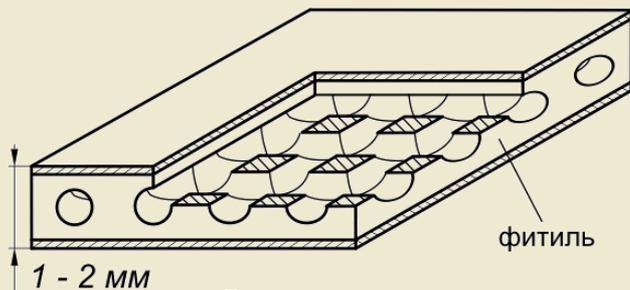
Установка для нанесения покрытий на кабельные наконечники



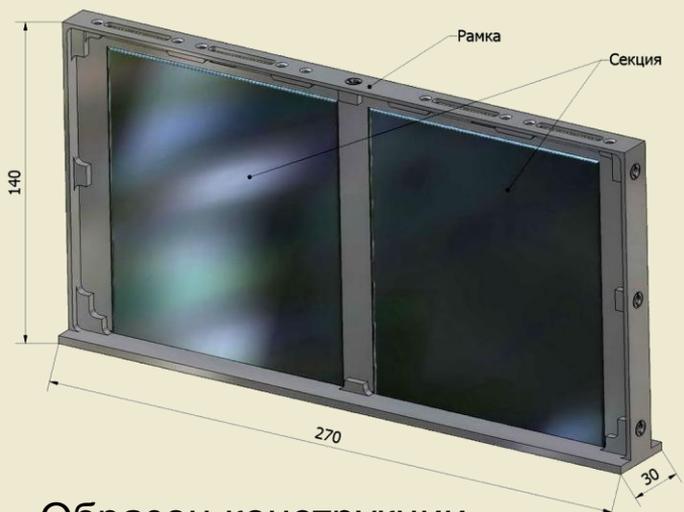
Узел напыления пистолетного типа и скульптурная композиция с покрытием никеля, нанесенным таким "пистолетом"



Гипертеплопроводящие пористые структуры в блоках радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов



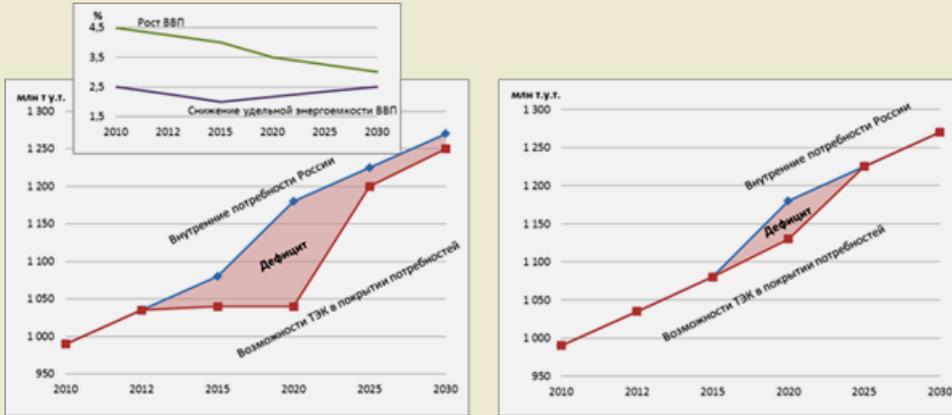
Внутренняя структура секции из ГТПС



Образец конструкции с секциями из ГТПС

Создание космических аппаратов со сроком активного существования 15 лет требует, в частности, обеспечения стабильного теплового режима бортовой радиоэлектронной аппаратуры. Одним из перспективных направлений по увеличению эффективности отвода тепла в такой аппаратуре является использование гипертеплопроводящих пористых структур. Они представляют собой тонкую герметичную конструкцию с пористым материалом, заполненным жидким теплоносителем, и каналами для переноса пара. В ИВМ СО РАН в рамках выполнения ФЦП «Глобальная навигационная спутниковая система» совместно с Уральским электрохимическим комбинатом в интересах ОАО «Информационные спутниковые системы им. акад. М.Ф. Решетнева» разработаны, исследованы и запущены в опытное производство конструктивы блоков аппаратуры с гипертеплопроводящими основаниями. Имея вес и габариты, аналогичные алюминиевым, они обеспечивают равномерность температурного поля в пределах 2°C при увеличении тепловыделения в 5 раз, что позволяет приступить к их внедрению в конструкции бортовой аппаратуры.

В Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева оценены масштабы реализации стратегических угроз энергетической безопасности и выполнено обоснование рекомендаций по предотвращению кризисных ситуаций в энергетике при анализе вариантов ее развития в долгосрочной перспективе



Определены перспективы обеспечения внутренних потребностей России первичными видами топливно-энергетических ресурсов на период до 2030 г. с учетом возможной реализации стратегических угроз энергетической безопасности. Сформулированы конкретные меры производственно-технического и институционального характера по обеспечению энергетической безопасности. Показано, что при реализации стратегических угроз энергетической безопасности в случае незамедлительного проведения комплекса описанных мер может быть существенно сокращена длительность перспективного проявления дефицита первичных топливно-энергетических ресурсов. На уровне 2020 г. величина этого дефицита может быть сокращена, ориентировочно, с 12% до 4% от потребностей экономики страны.

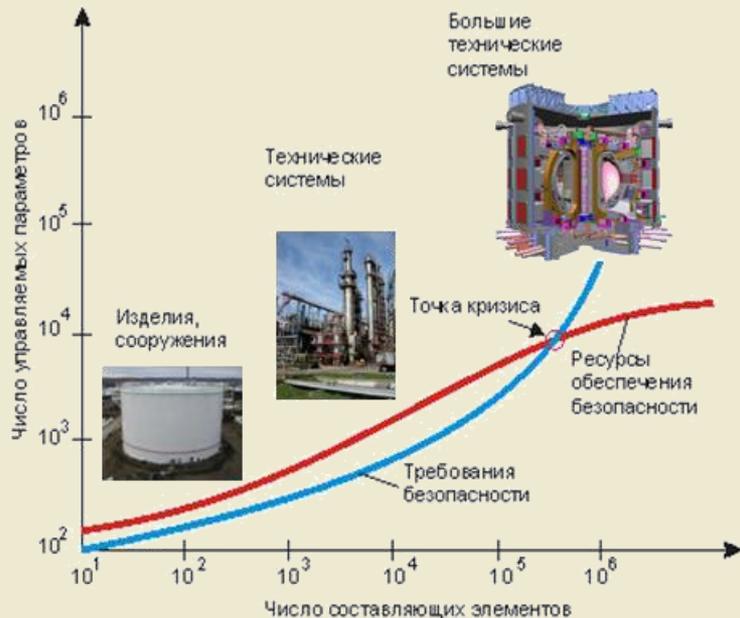
Меры обеспечения энергетической безопасности



Перспективы обеспечения внутренних потребностей России первичными видами ТЭР на период до 2030 г. с учетом возможной реализации стратегических угроз и меры обеспечения энергетической безопасности

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ, РЕСУРСА И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Тенденции развития технических систем - усложнение структуры и повышение угроз. Одно из важнейших направлений снижения угроз заключается в практическом использовании методов и технологий расчетно-экспериментального обеспечения прочности, ресурса и безопасности конструкций технических систем



1. Расчетно-экспериментальное обоснование прочности и остаточного ресурса на стадии проектирования и эксплуатации технических систем

- ферменные конструкции космических аппаратов (ОАО «ИСС»), антенн связи (НПФ «Электрон», ООО «Примателеком»), стартового ракетно-космического комплекса (космодром «Байконур»).

2. Диагностика и экспертиза безопасности критически важных объектов (> 2000 объектов в год)

- конструкции уникальных кранов-перегрузателей;
- сосуды высокого давления и резервуары для хранения нефтепродуктов;
- энергетическое оборудование и тепловые котлы;
- конструкции гидроагрегатов СШ ГЭС.

3. Экспертиза конструкторско-технологических решений при проектировании технических систем

- карьерная техника (экскаваторы и большегрузные самосвалы, ОАО «Полюс-золото», СУЭК, ОАО «Крастяжмаш»);
- металлокомпозитные баки космических аппаратов (ОАО «ИСС»).