

# Результаты работы СО РАН в 2012 году

Доклад председателя СО РАН академика А.Л. Асеева на годичном Общем собрании Сибирского отделения РАН 25 апреля 2013 года.



## Уважаемые коллеги!

Сегодняшний доклад подводит итоги не только 2012 года, но и пятилетней деятельности руководства Сибирского отделения. Поэтому в этом докладе будет вторая часть, очень краткая, где будет представлен отчёт о работе руководства Сибирского отделения за пять лет. Я думаю, наверное, это будет самая интересная часть доклада.

Но перед этим мы должны посмотреть итоги работы в 2012 году. Должен сказать, что мы уже не впервые сталкиваемся с проблемой, что число выдающихся научных результатов, полученных в институтах Сибирского отделения, в последние годы растёт, не побоюсь этого слова, экспоненциально. Наблюдается бурный рост научной активности. Это относится и к фундаментальным исследованиям, и к прикладным работам, и я думаю, что будущий состав Президиума должен будет, по-видимому, искать новую форму проведения Общего собрания, которое включало бы выступления руководителей научных направлений, председателей объединённых учёных советов, с тем чтобы научные результаты обсуждались не скороговоркой, в телеграфном стиле, что мне придётся делать сейчас и как это уже было на прошлых отчётах, а конкретно и по сути.

Тем не менее, я прошу всех запастись терпением. Будет представлено большое количество результатов, полученных за истекший год. Они в основном выбираются объединёнными учёными советами. Конечно, здесь присутствует элемент субъективизма, и я прошу прощения, если что-то выдающиеся результаты не удастся озвучить. Как я уже говорил, их очень много. И в этом плане Сибирское отделение представляет собой настоящую фабрику знаний, которая способна выдавать результаты мирового класса.

## Математические науки

По традиции мы начинаем с математических наук. Первый результат, который я хотел бы представить, получен в **Институте математики им. С.Л. Соболева СО РАН** ак. А.А. Боровиковым и проф. А.А. Могульским. Ими завершён цикл работ, устанавливающих новые версии принципа больших уклонений для траекторий случайных блужданий, справедливые при значительно более широких условиях и в более общих функциональных пространствах, чем существующая версия, установленная около полувека назад.

Принципы больших уклонений имеют важные приложения как в теории вероятностей, так и в смежных областях, таких, например, как статистическая механика. В одном из случаев экспоненциальное равенство Чебышева имеет многочисленные применения в теории вероятностей, являясь важным техническим инструментом исследований. Поэтому можно ожидать, что многомерная версия этого неравенства также будет широко использоваться.

Следующий результат относится к решению уравнений Навье–Стокса — основных уравнений для описания процессов в гидродинамике и газовых средах. Как правило, они имеют очень мало простых аналитических решений.

В совместной работе сотрудников **Института математики** и **Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН** доказана разрешимость осесимметричной ста-

ционарной задачи протекания для уравнений Навье–Стокса в некоторых случаях, в том числе при заданных функциях тока и завихренности. Эта работа также имеет много практических приложений и выполнена на самом высоком уровне, характеризующем математическую школу Сибирского отделения.

В **Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН** 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, он применён для решения задачи распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн в совмещённой неоднородной модели «Земля — атмосфера» с учётом ветра. Этот результат также имеет очевидные практические последствия.

В **Институте систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН** создан научно-исследовательский инструментальный, с помощью которого проведена обработка 2,5 терабайтов данных, полученных в процессе 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 партнёром (Институт Сен-Лерента, США) получены биологически значимые результаты в области лечения и диагностики рака, воспалительных процессов, болезни сужения сосудов и исследования фундаментальных процессов генной регуляции. Данная работа имеет большое значение для биоинформатики, которая интенсивно развивается в ряде институтов Сибирского отделения, в первую очередь, в Институте цитологии и генетики под руководством ак. Н.А. Колчанова.

В ИСИ СО РАН активно ведутся 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 в информатике и программировании 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.

## Физические науки

Важнейший результат, полученный в области физических наук — открытие бозона Хиггса на детекторе ATLAS. Мы знаем, какой большой вклад в успех проекта по строительству Большого адронного коллайдера в Швейцарии внёс **Институт ядерной физики им. Г.А. Будкера СО РАН**, изготовивший уникальное высокотехнологическое оборудование на сумму более 200 млн долларов.

Практический результат, достигнутый за год работы Большого адронного коллайдера — обнаружена новая частица с массой  $126,0 \pm 0,4$  (стат.)  $\pm 0,4$  (сист.) ГэВ. Новая частица наблюдается на уровне 5,9 стандартных отклонений от фона. Интегральная светимость  $4,8 \text{ фб}^{-1}$  (7 ТэВ)  $+/- 5,8 \text{ фб}^{-1}$  (8 ТэВ). Теоретически эта частица является наиболее вероятным кандидатом на роль бозона Хиггса, открытие которого чрезвычайно важно с точки зрения подтверждения Стандартной модели, объединяющей все виды взаимодействия во Вселенной: электромагнитное, гравитационное, слабое и сильное.

Важно отметить, что в число авторов этого открытия включены пятеро сотрудников Института ядерной физики: Ю.А. Тихонов, С.В. Пелеганчук, А.Л. Масленников, А.А. Талышев и К.Ю. Сковпень. Я думаю, что значение этого свершения со временем будет только усиливаться и приведёт к новым открытиям в области фундаментальных физических проблем, таких как скрытая энергия, тёмная материя и т.д.

Также в ИЯФ СО РАН разработана схема первого в мире многороторного ускорителя-рекуператора. В 2012 г. получен циркулирующий пучок на третьей и четвёртой дорожках. Эта работа, представляющая собой дальнейшее развитие лазера на свободных электронах (ЛСЭ), позволит получить интенсивные субпикосекундные импульсы рентгеновского излучения, что очень важно для изучения быстропротекающих процессов при химических реакциях, фазовых превращениях и т.д.

Продолжая тему, должен сказать, что ИЯФ стоит на пороге реализации мегапроектов, которые принесут и Институту ядерной физики, и Сибирскому отделению большие средства. Могу сообщить, что начало первому из этих проектов уже положено — это работа для российского ядерного центра в Снежинске на сумму в несколько миллиардов рублей и с довольно сжатыми сроками исполнения. Впереди — реализация мегапроекта Чарм-тау фабрики. В институте есть ещё несколько задумок, которые позволили бы восстановить позиции России в физике высоких энергий и установках mega-science.

В **Институте лазерной физики СО РАН** получены два результата прорывного характера. Первый из них связан с повышением стабильности и точности оптических стандартов частоты. Впервые предложен революционный метод существенного (вплоть до трёх 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 запрещённых переходов ультракоротких атомов и ионов — «гипер-Рамси» спектроскопия, позволяющий уменьшить влияние полевого сдвига частоты перехода за счёт действия самого пробного поля. Последовательность импульсов, специально подобранных по длительности и фазе, обеспечивает подавление полевого сдвига частоты перехода при любом значении амплитуды импульсов.

В совместных экспериментах ИЛФ СО РАН с Физико-техническим институтом (Брауншвейг, Германия) по созданию оптического стандарта частоты нового поколения оказалось возможным подавить тепловой и полевой сдвиги перехода в ионе итербия до уровня  $10^{-18}$ , что позволяет обеспечить стабильность и точность частоты оптического стандарта на уровне  $10^{-17}$ — $10^{-18}$ . А ведь ещё несколько лет назад цифры  $10^{-14}$ — $10^{-15}$  считались рекордными и мало достижимыми на практике! Прорыв в области атомных часов и систем, связанных с точным позиционированием, будет иметь прямое отношение к программе ГЛОНАСС и дальнейшему освоению космического пространства.

В этом же институте впервые в мире экспериментально продемонстрировано когерентное сложение параметрически усиленных фемтосекундных импульсов. Выполненные эксперименты подтверждают перспективность предложенной и развиваемой в ИЛФ СО РАН концепции создания лазерных систем предельно высокой, ультрарелятивистской интенсивности (более  $10^{25}$  Вт/см) на основе когерентного сложения полей многоканальной лазерной системы с параметрическими каскадами усиления. Эта работа также имеет большие практические перспективы, имея в виду применение лазерных систем для термоядерной энергетики и во многих других приложениях. В своё время эти задачи ставились под «звёздные войны», и вот спустя много лет получены действительно фантастические результаты.

В **Институте физики им. Л.В. Киренского СО РАН** в результате упорной многолетней работы группы под руководством чл.-корр. РАН В.Л. Миронова создана модель диэлектрической проницаемости влажных почв, которая после нескольких лет испытаний в 2012 году включена в алгоритм Европейского космического аппарата SMOS вместо американской модели. Новая модель обеспечивает глобальный мониторинг влажности почвенного покрова на основе изменений радиотеплового излучения поверхности Земли. Работа выполнена в рамках международного сотрудничества с Центром космических исследований биосферы (CESBIO), Французское космическое агентство, г. Тулуза, Франция.

Мы знаем, как важно оценивать влажность почв с точки зрения прогноза урожайности. При использовании модели ИФ СО

РАН становится возможным определять предельно малые или, наоборот, большие значения влажности почв, с которыми прежний алгоритм SMOS не справлялся. При этом погрешность восстановления влажности с применением модели ИФ СО РАН соответствует техническим условиям аппарата SMOS. Данный результат очень хорошо демонстрирует наши позиции в космических технологиях. Поздравляю авторов и руководителя работы с этим выдающимся достижением!

В **Институте космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН** впервые установлено существование значительных временных вариаций интенсивности и массового состава космических лучей (КЛ) сверхвысоких энергий (более  $10^{17}$  эВ). Обнаружение этого явления оказалось возможным благодаря 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 космических лучей 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 космических лучей, которыми предположительно являются вспышки сверхновых звёзд. Обнаружение этого космического объекта впервые позволит идентифицировать источник КЛ сверхвысоких энергий.

## Нанотехнологии, информационные технологии

В области нанотехнологий заложен прочный фундамент для дальнейших работ — создан **Центр метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции наноиндустрии**, который является базовым для Сибирского федерального округа. Головной исполнитель работы — ФГУП «СибНИИ метрологии», г. Новосибирск; соисполнители: ассоциация ЦКП СО РАН, ФГУ «НЦСМ». Задача Центра — обеспечение измерительных потребностей предприятий нанотехнологической сети в регионе и международного признания результатов измерений в области нанотехнологий. Получены все необходимые сертифицирующие документы.

Один из многих ярких результатов в области нанотехнологий достигнут сотрудниками **Отдела структурной макрокинетики Томского научного центра** и **Института физики прочности и материаловедения СО РАН** в международной кооперации с институтом Дж. Стефана (Словения), университета Фрайбурга (Германия) и Стэнфорда (США).

В этой работе созданы наночастицы шпинели  $\text{MeFe}_2\text{O}_4$  с неравновесной структурой, которые используются в качестве контрастных сред для магнитно-резонансной томографии, т.е. уже имеют практическое приложение. Но наиболее революционное их применение связано с получением композитных частиц, включающих наночастицы шпинели и липосомы, т.е. биологические объекты, для магнитного нацеливания химиопрепаратов при лечении рака. В частности, показано, что при использовании нанокомпозитного феррилипосом в лечении рака молочной железы в 20 раз повышается эффективность химиотерапевтического препарата доксорубинина. Результаты работы опубликованы в журнале Nature Nanotechnology, № 6, 2011.

Ещё один результат опубликован в журнале Nature communication уже в 2013 году (ещё раз отмечу, что это журналы с максимальным импакт-фактором, и публикация в них означает самый высокий уровень работ в этой области). Речь идёт об открытии бездиссипативного состояния в сверхпроводящих наноструктурах — перфорированных плёнках нитрида титана. Показано, что при наноструктурировании происходит торможение магнитных вихрей, в результате чего сверхпроводимость сохраняется при больших значениях магнитного поля. Исследование выполнено международным коллективом авторов, пятеро из которых — сотрудники **Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН**. Работа очень красива с точки зрения фундаментальной науки и имеет очевидные практические приложения.

(Продолжение на стр. 4)