

НА ОБЩЕМ СОБРАНИИ СО РАН

О работе Сибирского отделения РАН

Доклад председателя СО РАН академика А.Л. Асеева на Общем собрании Сибирского отделения РАН 19 апреля 2012 г.



Уважаемые коллеги! Передо мной стоит непростая задача изложить результаты, которые Сибирское отделение получило за истекший 2011 год. Безусловно, я смогу отметить только некоторые из них. Поэтому предлагаю такой порядок доклада. В первой части вашему вниманию будут предложены результаты фундаментальных работ по интеграционным проектам, трёхлетний цикл которых завершился в прошедшем году. Я напоминаю, что они являются конкурсными, и в этом году начался их очередной цикл. Потом будет небольшая раздел по инновационной деятельности. И впервые в истории современных Общих собраний я намерен сделать небольшую презентацию работ в интересах обороны и безопасности.

Результаты фундаментальных исследований

Математика и информатика

По традиции мы начинаем с математики и информатики. Результаты классической математики наиболее трудны для изложения — очень сложно выразить словами то, что описывается с помощью формул. Поэтому здесь приведены только самые наглядные, имеющие к тому же очевидные практические приложения.

Начну с интеграционного проекта № 40, которым руководит академик С.К. Годунов. Здесь решена тяжёлая задача, потребовавшая нескольких лет упорного труда — предложена новая методика численного моделирования упругопластических деформаций при взрывных нагрузках. А именно — промоделировано образование волнообразного сварного шва при сварке взрывом — задачи, поставленной М.А. Лаврентьевым ещё в 60-х годах прошлого века. Расчёты в рамках упругопластической модели сделаны в Институте математики им. С.Л. Соболева, натурные эксперименты произведены в Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, а в Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича проведены расчёты методом молекулярной динамики, самым современным на данный момент. Показано, что причиной образования волнообразного шва при сварке взрывом являются автоколебания кумулятивных струй.

В Институте вычислительной математики и математической геофизики для распараллеливания трудоёмких приложений метода Монте-Карло создана универсальная библиотека PARMONC (сокращение от PARAllel MONTe Carlo). При распараллеливании используется «естественная» крупноблочная фрагментированность алгоритмов метода Монте-Карло. Для получения независимых параллельных потоков базовых псевдослучайных чисел используется тщательно протестированный, быстрый и надёжный длиннопериодический генератор. Число используемых в PARMONC вычислительных ядер практически не ограничено и зависит только от используемой ЭВМ.

В том же институте предложена для широкого пользования система имитационного моделирования алгоритмов и структур с мелководными параллелизмом WinALT. Она имеет открытую архитектуру, доступна на сайте <http://winalt.sccc.ru/> и может быть использована для моделирования информационных, физических, химических, биологических и социальных процессов в клеточно-автоматном представлении.

Ещё один интересный результат полу-

чен в Институте систем информатики им. А.П. Ершова — разработан и реализован простой и дешёвый метод точного определения координат для одночастотных приёмников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS при дополнительном использовании инерциальных датчиков (акселерометра, гироскопа, магнитометра). Для коррекции ионосферной задержки используются данные о состоянии ионосферы с международных серверов. Проведены полевые испытания нового метода для прибора спутниковой навигации Ublox Antaris LEA-6T и комплекса инерциальных датчиков IMU Sparkfun 9DOF. Достоверность полученных данных подтверждается параллельными измерениями на двухчастотном приёмнике Trimble 5700. Метод позволяет определять координаты с точностью менее 1 метра и может широко применяться в области мобильной картографии, когда не надо сантиметровой точности в определении местоположения (например, для нанесения дороги на карту или её строительства достаточно точности 0,5—1 м) и целесообразно использовать дешёвое оборудование.

Иркутскими институтами Динамики систем и теории управления и Систем энергетик им. Л.А. Мелентьева разработана двухуровневая технология интеллектуальной поддержки принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности. Результаты проекта включены в состав программно-технического решения, поданного в Правительство Иркутской области и признанного Министерством связи и массовых коммуникаций РФ как одно из приоритетных решений для развития электронного правительства.

Физические науки

В области физических наук безусловным лидером является Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера. В период с 2002 по 2011 гг. в ИЯФ СО РАН с детектором КЕДР на ВЭПП-4М проведена серия прецизионных экспериментов, в которых с лучшей в мире точностью измерены параметры семейства «очарованных» мезонов и тау-лептона. В результате экспериментов с детектором КЕДР на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М в таблицы свойств элементарных частиц Particle Data Group внесено 10 результатов, имеющих лучшую в мире точность.

Там же получен ещё один результат прорывного характера — создан стационарный источник отрицательных ионов водорода (напоминаю, что обычный ион водорода заряжен положительно, здесь же к обычному атому водорода добавлен электрон). Максимальный ток стационарных источников, функционирующих сегодня в мире — 15 мА — впервые был получен в ИЯФ. Теперь здесь достигнут новый рекорд для стационарных источников — ток пучка отрицательных ионов 25 мА. Наличие такого источника позволяет решать многие задачи в области ядерной медицины, ускорительной техники, ядерной физики, термоядерного синтеза.

В ЦКП «Геохронология кайнозоя» ведутся интенсивные работы по ускорительной масс-спектрометрии (УМС) органических образцов (интеграционный проект № 14, научный координатор — чл.-корр. РАН В.В. Пархомчук, институты-соисполнители: ИЯФ, ИГМ, ИАЭТ).

Метод УМС основан на подсчёте отдельных ионов C^{14} , а собственно ускоритель нужен для того, чтобы подавить фон практически неотличимых $C^{13}H$, $C^{12}H_2$. В настоящее время установка выходит на штатный режим работы. Получены уже весьма интересные результаты. Например, измерения возраста донных осадков в озёрах Шира и Телецком (ИГМ) показали, что скорость накопления осадков составляет около 0,5 мм в год. Исследованы ранее датированные образцы археологических находок в Новосибирской области (ИАЭТ). Измерен возраст кости бизона, найденной под ИЯФ (27 000 лет). По содержанию C^{14} в годовых кольцах старого дерева в Академгородке (ул. Золотодольская), выявлены проявления «бомбового шока» (увеличение концентрации C^{14} почти в два раза в 1965 г., связанные с последними испытаниями ядерного оружия).

Институт ядерной физики провёл огромную работу по подготовке проектов установок «мегасайенс». Одна из них — электрон-позитронный коллайдер Чарм-тау фабрика в ИЯФ.

Физическая программа Чарм-тау фабрики направлена в основном на поиск явлений, выходящих за рамки Стандартной модели. Она дополняет и обогащает программу поиска «Новой» физики, реализуемую на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе (Швейцария).

Преимущества нового коллайдера: светимость на два порядка выше, чем у существующих и планируемых установок, поляризация пучков в месте встречи, широкий энергетический диапазон. Часть инфраструктуры — инжекционный комплекс и тоннель линейного ускорителя — уже существует.

Составной частью этого проекта является специализированный источник синхротронного излучения высокой яркости, который создаст качественно новые условия для междисциплинарных исследований в Сибирском центре СИ.

Технологии, создаваемые и развиваемые при реализации проекта Чарм-тау фабрики, обладают высоким инновационным потенциалом и будут способствовать развитию всех приоритетных направлений науки и технологий РФ. Подписаны соглашения с Италией (NFN), Японией (КЕК), обсуждаются соглашения с Англией, США, Израилем и другими странами. Бюджет проекта — 17,4 млрд руб.

Установка вошла в число шести мегапроектов, одобренных Правительством РФ для рассмотрения. Мы надеемся, что в ближайшее время, может быть, уже в этом году будет принято решение о финансировании её строительства.

Самый современный специализированный источник синхротронного излучения 4-го поколения на базе ускорителя-рекулатора (MARS) также входит в число шести мегапроектов РФ. Диапазон его энергий: 5,6; 3,8; 3; 1,2 ГэВ. Двадцать один ондулятор обеспечит 30 каналов вывода излучения. Эта установка планируется для Курчатковского института, но вклад учёных ИЯФ в её разработку очень велик. Хочется верить, что решение вопроса о финансировании этого проекта также не будет отложено в долгий ящик.

Продолжая тему мегапроектов, должен отметить проект Национального геогеофизического центра на базе Института солнечно-земной физики СО РАН. Необходимо сообщить, что после нескольких лет напряжённой работы по проектированию этого центра и его защите в правительственных структурах принято решение о его финансировании начиная с будущего года.

В этой работе планируется два этапа, каждый из которых стоит более 6 млрд руб. Будут реализованы пять субпроектов, в результате которых Сибирское отделение и Российская Федерация получат уникальную систему для изучения солнечной активности с высоким разрешением в оптическом и радиодиапазонах и скоординированного с этим наблюдения за ионосферными процессами с помощью комплекса методов, включая радары когерентного и некогерентного рассеяния и лидарные комплексы. Я хочу поздравить сотрудников ИСЗФ и всего Сибирского отделения с успехом этого мегапроекта.

В Институте лазерной физики СО РАН 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 (т.н. «blackbody radiation shift»). Метод основан на том, что в атомной системе с двумя часовыми переходами и двумя частотами существует некая третья «синтетическая» частота, которая весьма слабо зависит от теплового излучения. Например, для иона иттербия 137 оказалось возможным подавить тепловой сдвиг до уровня 10^{-18} в достаточно широком диапазоне комнатных температур (300+–15 К). В настоящее время в ИЛФ СО РАН совместно с Физико-техническим институтом (РТВ, Брауншвейг, Германия) ведутся работы по созданию иттербиевого оптического стандарта частоты со стабильностью 10^{-16} – 10^{-17} . Это рекордные в мире результаты, на два порядка выше современных, и работы в этом направлении идут очень активно.

В том же ИЛФ разработана схема стандарта частоты на основе ультрахолодных атомов магния с относительной погрешностью по частоте менее 10^{-16} . Это формирует новые условия для создания «оптических часов» и очень точного определения координат в использовании информационного спутниковой системы ГЛОНАСС, в конечном счёте.

В Институте автоматизации и электротехники достигнуты очень хорошие результаты по созданию мощных оптоволоконных лазеров и их применению для микрообработки. Результаты в этой области, полученные в рамках выполнения интеграционного проекта № 42 под руководством чл.-корр. РАН С.А. Бабина (ИАиЭ) и проф. М.П. Федорука (ИВТ) активно используются для приложений, в частности, фирмами, работающими в Технопарке

Новосибирского Академгородка. Я думаю, имеются очень хорошие перспективы для коммерциализации этих разработок.

В Институте сильноточной электроники СО РАН впервые продемонстрировано многократное (до 3,5 раз) повышение усталостной долговечности сталей аустенитного и мартенситного классов при обработке поверхности материала плотным низкоэнергетическим электронным пучком субмиллисекундной длительности на импульсной электронно-пучковой установке «СОЛО». Открыты физические механизмы этого явления, заключающиеся в измельчении зёрновой и субзёрновой структуры и растворении равномерно распределённых наноразмерных частиц карбидной фазы. Метод может быть применён для обработки ответственных малоразмерных деталей либо критических мест крупных деталей, работающих в условиях знакопеременных вибрационных или термомеханических нагрузок. Должен сказать, этот результат произвёл громадное впечатление на генерального директора «Роснано», потому что в данном случае практические возможности очень велики.

Квантовые технологии

Следующий раздел будет посвящён рождению нового направления — квантовых технологий.

В рамках интеграционного проекта № 67 сделано первое наблюдение когерентного диполь-дипольного взаимодействия двух ридберговских атомов (резонанс Фёрстера). Такое взаимодействие требуется, например, для реализации квантовых битов. Резонанс Фёрстера при диполь-дипольном взаимодействии холодных атомов рубидия в начальном состоянии достигался в электрическом поле $1,79$ В/см. В результате взаимодействия атомы переходили в конечные состояния, спектры которых полностью отвечают взаимодействию всего двух холодных высоковозбуждённых ридберговских атомов. Это путь к управлению ими.

Второе достижение в этой же области — в Институте автоматизации и электротехники получен первый в России бозе-эйнштейновский конденсат (БЭК). Напомню, что это была одна из недавних Нобелевских премий по физике. Теперь она воспроизведена в Сибирском отделении. Бозе-эйнштейновский конденсат представляет собой макроскопическую систему охлаждённых атомов с полностью квантовыми свойствами. БЭК из 10^5 – 10^6 атомов рубидия был получен в ИАиЭ на основе нескольких последовательных стадий лазерного охлаждения в магнитооптической ловушке (до температуры 200 мК) и в специальной магнитной ловушке с испарительным охлаждением (вплоть до температуры конденсации 350 нК). Наблюдались три ключевых признака БЭК: резкое возрастание фазовой плотности; появление двух фракций в облаке атомов рубидия и анизотропный разлёт при свободном падении конденсированных атомов.

Следующий результат, тоже практический и первый в России — создание экспериментальной системы для генерации квантового ключа в оптоволоконной линии связи (Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН). Квантовая линия связи является абсолютной защищённой, поскольку по законам квантовой механики любое вмешательство в такую систему немедленно обнаруживается её пользователями. Речь идёт о передаче квантового ключа на расстояние до 50 км (до 100 км в перспективе). Открываются большие возможности для применения в криптографии, в правительственных линиях связи и, что самое важное, в банковских системах. Страна, лидирующая в этой области — Швейцария, поскольку защита финансовой информации имеет исключительную важность.

Ещё один результат в области квантовых технологий — разработка методов возбуждения одиночных ридберговских атомов в узлах оптической решётки на основе дипольной блокады лазерными импульсами с изменением частоты (так называемыми чирпованными). Этот метод, позволяющий располагать одиночные атомы в нужных местах оптической решётки, является революционным и открывает большие возможности для создания квантовых битов и в будущем — квантовых вычислительных систем.

Работы в области квантовых технологий служат основой для взаимодействия с Центром квантовых технологий «Сколково», т.е. уже вышли в практический этап. Это направление — одна из тем, которые будут обсуждаться во время намеченного в середине