

РЕШЕНИЕ

II Всероссийской научно-практической конференции «Научное приборостроение – современное состояние и перспективы развития»

Казань
4-7 июня 2018 г.

II Всероссийская научно-практическая конференция «Научное приборостроение – современное состояние и перспективы развития» прошла 4-7 июня 2018 года в Казани в Федеральном исследовательском центре «Казанский научный центр РАН».

Организаторы конференции:

- Федеральное агентство научных организаций
- Российская академия наук
- Правительство Республики Татарстан
- ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр

Российской академии наук»

– Совет по научному приборостроению при Федеральном агентстве научных организаций

– Федеральное государственное унитарное предприятие Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро Российской академии наук (ФГУП ЭЗАН).

На Конференции присутствовали представители более 60-и научных организаций и предприятий научного приборостроения, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации (ранее ФАНО России), представители Правительства республики Татарстан, руководство ФИЦ КазНЦ РАН, представители 11-ти организаций высшей школы и отраслевых институтов, а также представители 14-ти коммерческих предприятий. На Конференции были представлены 111 докладов, из них 11 пленарных, 77 устных и 23 стендовых доклада. На выставке, проведенной в рамках Конференции, 12 организаций представили образцы своих разработок и продукции. Общее число участников Конференции и выставки составило 310 человек.

Основные достижения участников Конференции в области приборостроения приведены в Приложении к данному Решению.

Конференция отмечает:

1. Успешную работу проведенной Конференции и ее высокий научно-организационный уровень, который во многом определялся поддержкой Конференции руководством Республики Татарстан, а также активной организационной и научной работой ФИЦ КазНЦ РАН.

2. Необходимость активного участия организаций, подведомственных ФАНО России, ведущих разработку и производство приборов для научных исследований, в выполнении Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 года № 204 в части решения следующих задач:

- обновление не менее 50 процентов приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки;
- создание научных центров мирового уровня, включая сеть международных математических центров и центров геномных исследований;
- создание не менее 15 научно-образовательных центров мирового уровня на основе интеграции университетов и научных организаций и их кооперации с организациями, работающими в реальном секторе экономики;
- формирование целостной системы подготовки и профессионального роста научных и научно-педагогических кадров, обеспечивающей условия для осуществления молодыми учёными научных исследований и разработок, создания научных лабораторий и конкурентоспособных коллективов.

3. Актуальность Программы развития научного приборостроения в организациях, подведомственных ФАНО России, которая была разработана Советом по научному приборостроению при Федеральном агентстве научных организаций и Проектным офисом на основании решения первой научно-практической конференции «Научное приборостроение – современное состояние и перспективы развития». Программа развития научного приборостроения содержит 295 проектов, направленных создание опытных образцов приборов, установок, оборудования, методик и программного обеспечения, технологий, а также на организацию их мелкосерийного и серийного производства. Материалы данной программы могут быть также использованы в рамках работ по выполнению указа Президента от 7 мая 2018 года в части решения задачи обновления не менее 50 процентов приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки.

4. Необходимость долгосрочной поддержки наиболее перспективных проектов Программы, отобранных Советом по научному приборостроению при Федеральном агентстве научных организаций, и организацию производства и поставку на рынок приборов и оборудования, создаваемых в рамках этих проектов.

5. Активную работу Совета по научному приборостроению при Федеральном агентстве научных организаций и Проектного офиса.

6. Целесообразность продолжения деятельности Совета по научному приборостроению при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

7. Отсутствие в рамках государственных заданий организаций, подведомственных ФАНО России, целевого финансирования для проведения прикладных

работ в области научного приборостроения, препятствует реализации сквозных и долгосрочных проектов от идеи до серийного производства.

8. Для успешной коммерциализации разработок в области научного приборостроения в современных условиях необходима реализация концепции поддержки полного жизненного цикла изделия (Product Life Management – PLM). Соответствующие стандарты уже начали появляться в России, например, стандарты «Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий» (ГОСТ Р 56862-2016), «Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов, представляемых заказчику на этапе эскизного проекта и технического проекта» (ГОСТ Р 56864-2016), «Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов на этапах изготовления и испытания опытного образца изделия и утверждения рабочей конструкторской документации для организации серийного производства» (ГОСТ Р 56863-2016), «Управление жизненным циклом продукции военного назначения» ГОСТ Р 56135-2014.

9. Несмотря на активную деятельность Совета по научному приборостроению при Федеральном агентстве научных организаций, его решения носят только рекомендательный характер, и для успешного развития научного приборостроения возникает необходимость создания органа управления научным приборостроением при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Конференция предлагает

От имени участников конференции выразить благодарность руководству Республики Татарстан, Организационному и Программному комитетам и руководителю ФИЦ «Казанский научный центр» академику РАН О.Г. Сияшину за активное содействие в успешном проведении конференции в г. Казани.

Конференция рекомендует

Для разработки конкурентоспособных приборов и оборудования для научных исследований, организации их производства и поставки на российский и зарубежный рынки:

1. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации для дальнейшего успешного развития научного приборостроения в подведомственных производственных, научных и образовательных организациях рассмотреть возможность создания ведомственного органа управления всем процессом разработки и производства приборов и оборудования на качественно новом уровне с применением принципов цифровой экономики.

2. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации рассмотреть возможность сохранения Совета по научному приборостроению при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации в качестве экспертного органа.

3. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации рассмотреть возможность организации конкурсов в рамках реализуемых и планируемых к реализации целевых программ по «зонтичным лотам» «Научное приборостроение». Наличие соответствующих проектов на высокой стадии готовности продемонстрировано в Программе развития научного приборостроения в организациях, подведомственных ФАНО России, подготовленной Советом по научному приборостроению при Федеральном агентстве научных организации и его Проектным офисом.

4. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации рассмотреть возможность целевого финансирования наиболее перспективных проектов Программы, отобранных Советом по научному приборостроению.

5. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации рассмотреть в рамках выполнения государственных заданий возможность прямого финансирования комплексных (сквозных) проектов, включающих в себя выполнение фундаментальных и прикладных исследований, а также опытно-конструкторских работ, направленных на создание и внедрение научных приборов и оборудования. Особенное внимание необходимо обратить на исполнение п. 10. Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 года № 204 в части обеспечения финансирования проектов, направленных на разработку востребованного на рынке Российской Федерации и обладающего экспортным потенциалом отечественного научного оборудования мирового уровня.

6. Организациям приборостроительного комплекса, подведомственным Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, при выборе перспективных разработок и подготовке проектов в области приборостроения учитывать направления Стратегии научно-технологического развития России, в частности,

программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», включающей основные мероприятия по развитию производства научного оборудования.

7. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации с целью освоения передового зарубежного опыта российскими производителями и разработчиками рассмотреть возможность содействия в локализации производства на базе подведомственных предприятий конкурентоспособных приборов и оборудования, поставляемых на рынок ведущими зарубежными компаниями.

8. Организациям приборостроительного комплекса, подведомственным Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, при выборе и подготовке проектов в области приборостроения учитывать следующие возможные источники финансирования:

а) ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и технологий на 2014-2020 годы»;

б) Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий»;

в) Российский научный фонд, Российский Фонд Фундаментальных Исследований, Фонд содействия инновациям и другие фонды и институты развития.

г) Национальная технологическая инициатива (Программа мер по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства России к 2035 году);

9. Организациям приборостроительного комплекса, подведомственным Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, для определения перспективных направлений научного приборостроения и выявления наиболее востребованных приборов и оборудования использовать информацию из реестра средств измерений, который ведет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

10. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и Российской академии наук рассмотреть вопрос о направлении части целевых средств, выделяемых на обновление приборной базы, на разработку научных приборов и оборудования.

11. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и Российской академии рассмотреть способы предоставления преференций отечественным производителям при закупке приборов и оборудования подведомственными организациями.

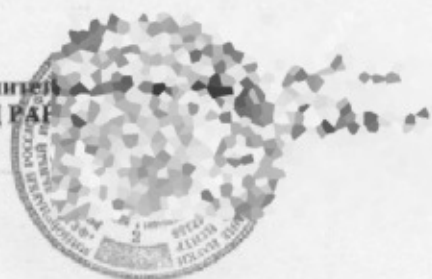
12. При подготовке конференций, семинаров и т.п. организациями, подведомственными Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, предусматривать работу приборостроительных секций по тематике конференции. В качестве начального этапа реализации данного рассмотреть предложение Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск об организации работы секции «Научное и технологическое приборостроение» в рамках ежегодной международной научно-технической конференции «Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций», проводимой в рамках Международного междисциплинарного симпозиума «Иерархические материалы: разработка и приложения для новых технологий и надежных конструкций». Конференция будет проходить 1-5 октября 2018 года в Томске. В случае одобрения проявленной

инициативы, структурные изменения в организации конференции будут доступны на Сайте конференции <http://www.ispms.ru/> в течение 10 дней с момента принятия решения.

13. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации рассмотреть возможность проведения третьей научно-практической Конференции «Научное приборостроение – современное состояние и перспективы развития» в конце 2019 или в первой половине 2020 года.

14. В случае продолжения деятельности Совета по научному приборостроению при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации провести заседание Совета по научному приборостроению, приуроченное к 100-летию ФТИ им. А.Ф. Иоффе, в Санкт-Петербурге в период с 11 по 19 октября 2018 года.

Сопредседатель Оргкомитета
Директор ФИЦ «КазНЦ РАН»
Академик РАН



О.Г.Синяшин

Приложение к Решению II Всероссийской
научно-практической конференции
«Научное приборостроение – современное
состояние и перспективы развития»

Основные достижения участников Конференции в области приборостроения

Казанским физико-техническим институтом ФИЦ КазНЦ РАН совместно с ООО «Градиент МРТ» создан опытный образец специализированного магнитно-резонансного томографа для ранней диагностики заболеваний суставов. Основные области применения: здравоохранение (ревматология, спортивная медицина, травматология и ортопедия), а также геофизика и нефтедобыча (исследование кернов в полевых условиях), сельское хозяйство. Авторами получены патент РФ и Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. В Казанском физико-техническом институте ФИЦ КазНЦ РАН накоплен большой опыт разработки, изготовления и применения медицинских магнитно-резонансных томографов. На томографы КФТИ «на всё тело человека» получены Разрешение МЗ РФ и Сертификат соответствия, на них обследовано свыше 30 000 пациентов в 4-х лечебных учреждениях.

В КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН разработан аппаратно-программный комплекс для прецизионного измерения объёмной карты поля в магнитной системе магнитно-резонансного томографа. Информация о пространственном распределении магнитного поля в достаточно большом объеме нужна и на этапе эксплуатации томографа, и, особенно, на этапе настройки у производителя и при инсталляции прибора. Комплекс включает в себя микропрограммы для микроконтроллера и программные средства управления работой радиоспектрометра и мультиплексоров. Реализована полнофункциональная натурная модель комплекса.

В КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН создано собственное облако для хранения и обработки медицинских изображений, полученных на томографах "ТМР-КФТИ", а также и на томографах других моделей. Развитие облачных технологий на сегодняшний день одна из самых актуальных задач, стоящих перед медицинскими организациями. Облачные технологии позволяют централизовать доступ к значительным объемам медицинских данных, повысить надежность хранения и удешевить хранение и обработку этих данных. И если во всем мире существует множество облачных решений для использования в медицине, то в России развитие облачных технологий в области медицины развивается медленно.

В КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН создана оригинальная оптическая дифракционная методика контроля динамики твердофазной рекристаллизации и нагрева имплантированных полупроводников при импульсном световом облучении.

В КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН создан мобильный полевой спектрофлуориметр МПЛС-2 для определения фильтрационных свойств нефтеносных пластов и поведения трассерных исследований в нефтедобывающих районах. Подобные исследования проводятся путём закачивания под землю специальных реагентов, после чего их наличие и концентрации отслеживают в добывающих скважинах.

В ФИЦ КазНЦ РАН разработан оптический комплекс для измерения полей скорости в потоках с высокой концентрацией трассеров. Комплекс включает скоростную видеокамеру, непрерывный лазер с насадкой формирующей световой нож, генератор дыма и компьютер со специализированным программным обеспечением, реализующим необходимый цикл подготовки видео к обработке, алгоритмы метода SIV и постобработки мгновенных полей скорости.

В Институте механики и машиностроения ФИЦ КазНЦ РАН активно проводятся исследования по влиянию механических деформаций на коррозионный износ материалов, в том числе в крупногабаритных конструкциях. Для исследования влияния различных факторов на разрушение пассивирующего слоя разработан испытательный узел, который включает следующие блоки: блок механического воздействия; блок воздействия магнитным полем; блок воздействия ультрафиолетовым излучением; блок оценки изменения жесткостных характеристик тонкостенных образцов. Разработка защищена несколькими патентами.

Институтом органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН проводятся активные исследования, направленные на создание неплатиновых катализаторов для топливных элементов с протонообменными мембранами (ТЭПОМ). Разработаны и запатентованы миниатюрные ТЭ, которые позволили зарегистрировать спин-аддукты короткоживущих кислородных радикалов и использовать минимальные количества испытываемых катализаторов при разработке мембранно-электродных блоков.

Компанией ТНГ-Групп совместно с Казанским государственным университетом и Казанским физико-техническим институтом ФИЦ КазНЦ РАН разработан скважинный прибор (КМРК), принцип действия которого основан на явлениях ядерного магнитного резонанса с одновременно дополнительной функцией оценки диэлектрической проницаемости по стволу скважины, а также программное обеспечение для обработки данных КМРК. В данном приборе имеется функция выделения обводненных пресной водой прослоев (2D). Созданный прибор ЯМР обладает наилучшей разрешающей способностью в сравнении с зарубежными аналогами (до 2,5 см по вертикали). Ведется разработка аппаратуры и технологии исследований фильтрационно-емкостных свойств горных пород методом ядерно-магнитного резонанса в искусственном поле прибором прижимного типа. Целью является расширить возможности метода при определении фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения пород.

Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук (НТЦ УП РАН) является одним из мировых лидеров в области разработки приборов на основе акустооптики. В НТЦ УП РАН создана целая гамма приборов различного назначения. Эти приборы позволяют измерять спектральное распределение оптического излучения, осуществлять пространственное управление направлением распространения лазерного луча, изменять частоту лазерного сигнала, переадресовывать (переключать) информационный поток в волокне с одного направления на произвольно выбранный другой, сжимать во времени частотно модулированный световой импульс, получать изображение цветного объекта в произвольно выбранном спектральном интервале, осуществлять адаптивные режимы спектральных измерений источников, рассеивателей излучения или цветных объектов, причем, и это важно, алгоритмы измерений или выборки могут меняться в самом процессе измерений. АО приборы и

устройства сегодня могут работать в весьма жестких условиях космоса, при высоких температурах, больших уровнях вибрации. Приборы выпускаются пока отдельными образцами или малыми партиями в НТЦ УП РАН. Требуется освоение мелкосерийного и серийного производства этих приборов, что позволило бы эффективно решать научно-технологические задачи в различных отраслях промышленности, а также успешно конкурировать с зарубежной продукцией на отечественном и зарубежном рынках.

В НТЦ УП РАН также проводятся исследования, которые открывают перспективу создания устройств по генерации поверхностных плазмон-поляритонов (ППП) терагерцового (ТГц) диапазона излучением внешнего источника. Реализована характерная высоким соотношением сигнал/шум схема абсорбционного ППП спектрометра с неподвижными элементами преобразования излучения и зеркальной линией задержки для изменения расстояния пробега ППП по образцу. Предложена схема ТГц плазмонного спектрометра абсорбционного типа, в которой используется широкополосный источник излучения и сравнение спектров этого излучения, после преодоления им в форме ППП различных расстояний по поверхности образца.

Важный комплекс исследований по применению метода сейсмэмиссионной томографии по оценке результатов гидроразрыва пласта выполнен совместно ПАО «Татнефть» и Федеральным исследовательским центром единой геофизической службой Российской академии наук (ФИЦ ЕГС РАН). Созданы соответствующие приборы и успешно опробованы методики оценки.

ПАО «Татнефть», ФИЦ ЕГС РАН и Сейсмологическим филиалом ФИЦ ЕГС РАН (СЕФ ФИЦ ЕГС РАН) созданы методы и аппаратура для наземного микросейсмического мониторинга процессов, связанных с гидравлическим разрывом пласта на нефтяных и газовых месторождениях. Опытные работы, выполненные в районе проведения многостадийного ГРП в скважине с горизонтальным завершением № 2802Г Бавлинского месторождения в республике Татарстан (10 стадий, в период с 29.11.2017 по 08.12.2017) продемонстрировали эффективность созданной аппаратуры. Для регистрации пассивных сейсмических данных до начала, во время проведения и после окончания ГРП в районе скважины была развернута площадная сеть из 36 автономных цифровых станций «Байкал-АСН» и трехкомпонентных геофонов GS-One с частотным диапазоном 10-250 Гц.

Институтом молекулярной биологии им. В.А. Энгельгарта Российской академии наук (ИМБ РАН) и Институтом спектроскопии Российской академии наук (ИСАН) созданы биосенсорные аналитические системы на основе наноконструкций двухцепочечной ДНК (биодатчик) и портативного дихрометра для высокочувствительного детектирования в жидкости биологически активных и токсичных соединений. Разработаны различные типы ДНК-биодатчиков и конструкций высокочувствительных дихрометров для ряда конкретных биомедицинских и биотехнологических применений. Оперативное определение наличия и концентрации в жидкости биологически активных веществ, являющихся своего рода маркерами, характеризующими состояние организма или технологического процесса, качество сырья и готовой продукции, качество пищевых продуктов, загрязнение окружающей среды, необходимо для постановки точного диагноза или своевременного принятия управленческого решения.

ИСАН совместно с ИМБ РАН создан экспериментальный образец компактной оптической биосенсорной аналитической системы на светодиодах, которая предназначена для экспрессного обнаружения в условиях клиники наличия и концентрации используемых в онкологической практике антибиотиков (дауномицина и его аналогов). Биосенсорная аналитическая система в автоматическом режиме, за несколько минут способна определять терапевтические концентрации ДАУ на уровне $\sim 5,0 \cdot 10^{-6}$ моль/л, что сопоставимо с пределами определения дауномицина при помощи классических методов и аппаратуры с их более дорогими и длительными процедурами анализа.

В 2016-2017 гг. в ИСАН были разработаны широкодиапазонный спектрограф для области 190-960 нм и система на 24 линейных ПЗС (каждая имеет 3648 пикселей) для одновременной регистрации эмиссионных спектров в указанном диапазоне длин волн. Спектрограф построен по оригинальной оптической схеме, в которой используются две различные вогнутые дифракционные решетки, обеспечивающие получение спектров в двух поддиапазонах (190-410 и 408-960 нм). Узлы линейных ПЗС на двух платах (по 12 ПЗС на каждой) с дополнительными зеркалами позволяют реализовать регистрацию спектров «без мертвых зон». Спектрограф был использован в составе лазерно-искрового эмиссионного спектрометра типа ЛИЭС, а также с искровым генератором из состава эмиссионного прибора «Аргон-5», разработанного для металлургии и машиностроения.

В ИСАН ведутся исследования по экспрессному определению триглицеридов жирных кислот (ТГЖК) в продуктах питания и крови с применением спектрометров ближнего инфракрасного диапазона (БИК). Выполнена калибровка трех типов БИК-спектрометров методом регрессии на латентные структуры для определения содержания клинически значимых ТГЖК в пище, препаратах и сыворотке крови кардиологических пациентов. В результате сравнения калибровочных моделей для Фурье-спектрометра в различных участках БИК-диапазона выбрана спектральная область 1.0-1.88 мкм в качестве оптимальной для портативного спектрометра с использованием линейки InGaAs фотодиодов. Кроме того, с применением спектрометра комбинационного рассеяния выполнена оценка содержания пальмитиновых и олеиновых триглицеридов в средах с небольшим (до 8%) присутствием воды. Показано, что спектрометрия ТГЖК, имея очевидные преимущества перед традиционной хроматографией, открывает возможность проведения на базе портативных и дешевых приборов массовых экспресс-определений ТГЖК в продуктах питания и крови для диагностики и лечения заболеваний.

Институтом автоматики и электротриетрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН) представлены новые разработки в области архитектуры, системных решений и программно-алгоритмического обеспечения информационно-измерительных комплексов восприятия, анализа, отображения информации и систем управления сложными динамическими процессами, в том числе – производственно-технологическими комплексами и транспортными средствами. В частности для управления технологическими процессами, как в обычных условиях, так и на объектах повышенной опасности (транспорт, энергетика, химическая и атомная промышленность) разработана автоматизированная система диспетчерского управления. На ее основе создана автоматизированная система диспетчерского управления движением поездов Новосибирского метрополитена. Создан программно-аппаратный комплекс, предназначенный для автоматического управления летательными аппаратами

и исследования их динамических характеристик. Комплекс позволяет не только снизить расходы при создании новой авиационной техники, но и проводить летные испытания, не подвергая опасности жизнь пилота. Другой комплекс применяется для группового децентрализованного управления, определения местоположения в пространстве и обхода препятствий в условиях неопределенности. Использование комплекса позволяет значительно уменьшить затраты, связанные с разработкой, реализацией и тестированием систем управления как единичными, так и группами роботов. Система отображения и регистрации информации тренажерно-обучающих комплексов для подготовки космонавтов является новым подходом к созданию тренажерно-моделирующих комплексов и базируется на основе оригинальных алгоритмических решений с реализацией на унифицированных программных модулях и использованием стандартных программно-аппаратных средств современного уровня. Функциональные возможности системы обеспечивают в реальном масштабе времени эффективное решение задач информационного обеспечения, контроля и анализа тренировочного процесса подготовки космонавтов. Образец системы (см. фотографии) в настоящее время проходит опытную эксплуатацию на тренажере «Дон-Союз-ТМА» в Научно-исследовательском испытательном центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина.

В Конструкторско-технологическом институте научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук (КТИ ИП СО РАН) при участии ИАиЭ СО РАН создан 3D лазерный генератор изображений нового поколения с высокими точностными и эксплуатационными характеристиками. Прибор предназначен для синтеза микроструктур произвольной топологии в пленках фоторезиста, нанесенных на подложку. Радикальное повышение точности достигнуто благодаря применению в ЛГИ малогабаритного полупроводникового УФ-лазера и непрерывной коррекции в режиме реального времени влияния внешних условий на систему регистрации перемещений. Оригинальная двухконтурная система управления вертикальными перемещениями исполнительного элемента и прецизионная система управления мощностью лазерного излучения обеспечивают формирование микроструктур на криволинейных поверхностях в вертикальном направлении с погрешностью не более нескольких нанометров. Прибор поставлен в Харбинский институт технологий (КНР), АО «УОМЗ», Самарский аэрокосмический университет, АО «Швабе – Оборона и Защита». Создан автоматизированный комплекс «Дефект-М» для контроля внешнего вида таблеток для ТВЭЛ. Два комплекса используется на «Новосибирский завод химконцентратов» (НЗХК) в составе производственной линии. Создан и принят в эксплуатацию АО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М.Ф. Решетнева» уникальный комплекс обезвешивания, предназначенный для наземной отработки раскрытия КТС КА и определения параметров систем раскрытия таких конструкций в условиях, максимально приближенных к отсутствию влияния силы тяжести на их работу.

Институтом мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук (ИМКЭС СО РАН) на основе использования акустического метода измерений разработана ультразвуковая автоматическая метеостанция (УАМС) АМК-03. Ее основными преимуществами являются высокая чувствительность и малая инерционность измерений скорости ветра и температуры воздуха, возможность регистрации составляющих скорости ветра, отсутствие влияния солнечной радиации на измерение температуры воздуха, высокая эксплуатационная

надежность вследствие отсутствия механически вращающихся элементов в датчике скорости ветра, малый вес и габариты, низкий уровень энергопотребления. Метеостанция получила сертификат типа средств измерения РФ и серийно выпускается промышленным партнером института в различных модификациях гражданского и военного назначения. Гражданские модификации АМК-03 используются на промышленных объектах, космодромах («Восточный» и «Байконур»), а также в НИИ СО РАН и университетах Сибирского региона для обеспечения научных исследований. Другие мобильные метеокомплексы 1Б65, 1Б65Б, АМК-Б приняты на снабжение Вооруженных сил Российской Федерации и используются для метеорологического обеспечения боевых действий в различных видах и родах войск. В институте также осуществляется разработка и производство измерительных средств на базе привязного аэростата и беспилотного летательного аппарата мультикоптерного типа, для вертикального зондирования характеристик пограничного слоя атмосферы.

В ИМКЭС СО РАН ведется разработка нового класса стационарных газоанализаторов, основанных на спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР). Данные приборы обладают рядом преимуществ перед существующими аналогами: одновременный контроль с помощью одного лазера с фиксированной длиной волны всех молекулярных составляющих, содержание которых превышает порог чувствительности аппаратуры, возможность диагностики газовых сред с неизвестным компонентным составом, отсутствие расходных материалов, а также оперативность получения результата анализа. При дальнейшем совершенствовании за счет универсальности и широкого профиля применения КР-газоанализаторы могут получить широкое распространение для контроля всех молекулярных компонент, присутствующих в воздухе, содержание которых превышает 50 ppb, что обеспечит контроль большинства загрязняющих веществ на уровне ПДК, а также откроет возможность применения КР-газоанализа в области диагностики состава выдыхаемого воздуха.

Тихоокеанским океанологическим институтом им. В.И. Ильичёва Дальневосточного отделения РАН на основе интерферометра Майкельсона разработаны и созданы различные лазерные деформографы. Применяемые методы интерферометрии позволяют измерять смещения устоев деформографов с точностью 0.1 нм в частотном диапазоне от 0 (условно) до 1000 Гц и позволяют измерять деформацию с точностью в одиннадцатом-двенадцатом знаке. На основе интерферометра Майкельсона созданы лазерные нанобарографы, предназначенные для измерения вариаций атмосферного давления с точностью 1 мПа с целью изучения физики взаимодействия атмосферных и литосферных процессов. Также созданы лазерные измерители вариаций давления гидросферы. Лазерные измерители вариаций давления гидросферы, устанавливаемые на шельфах Охотского и Японского морей вблизи мест расположения стационарных лазерных деформографов, позволяют проводить исследования в области физики взаимодействия атмосферных, гидросферных и литосферных процессов. Новые лазерно-интерференционные комплексы, состоящие из лазерных деформографов, лазерных нанобарографов, лазерных измерителей вариаций давления гидросферы, систем точного времени, программно-вычислительных систем, предназначены для изучения природы возникновения и развития низкочастотных звуковых и инфразвуковых процессов геосфер. Разрабатываются лазерно-интерференционные сверхчувствительные деформационные

антенны, предназначенные для измерения сверхтонких процессов и явлений земного и внеземного происхождения. Созданные и разрабатываемые приборы и методики открывают возможности для исследования гравитационных волн.

В Удмуртском федеральном исследовательском центре Уральского отделения Российской академии наук (УдмФИЦ) традиционно деятельность в области приборостроения была представлена двумя сегментами: создание приборов собственно для проведения научных исследований и разработка приборов для промышленного применения. К первому сегменту можно отнести магнитные и электронные спектрометры, а также сканирующую туннельную микроскопию, ко второму сегменту приборы неразрушающего контроля с использованием электромагнитно-акустического преобразования, приборы вибродиагностики для железнодорожного транспорта, методики по распознаванию многозональной космической съемки. Большинство разработанных приборов было изготовлено, передано на место эксплуатации и прошло все процедуры сертификации в Госстандарте России. В настоящее время в УдмФИЦ в области научного приборостроения активно ведутся работы по созданию нового поколения сканирующих туннельных микроскопов для обеспечения сканирования наноструктурированных поверхностей с разработкой новых алгоритмов идентификации и построения изображений. Проводится совершенствование приборов вибродиагностики для железнодорожного транспорта. Продолжаются работы по созданию приборов на основе методов магнитного и акустического контроля для машиностроительных и металлургических предприятий. Направление медицинского приборостроения представлено разработками в области стоматологии и кардиохирургии.

В УдмФИЦ также проводятся работы по созданию автоматизированного аппаратного комплекса мониторинга ВТМО винтового обжатия. Мониторинг температуры зоны обработки, усилий и скорости охлаждения является необходимым требованием для обеспечения эффективности процесса. С этой целью разработан аппаратный комплекс, регистрирующий основные параметры технологического процесса, определяющие структуру и свойства материала упрочненного изделия.

В результате совместной работы Института аналитического приборостроения Российской академии наук (ИАП РАН), ООО «НПФ «Синтол» и ФГУП ЭЗАН при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации был разработан первый отечественный генетический анализатор «Нанофор 05», не уступающий по своим техническим и эксплуатационным характеристикам лучшему мировому аналогу – генетическому анализатору Genetic Analyzer ABI PRISM 3500 (США). Всего с 2015 года по настоящее время выпущено и реализовано в Российской Федерации и за рубежом более 30 приборов «Нанофор 05». Экономия от замещения импорта составила более 250 млн. рублей без учета существенно меньшей цены владения отечественным генетическим анализатором, по сравнению с импортным аналогом. В конце 2015 года на прибор получено Регистрационное удостоверение на медицинское изделие Росздравнадзора. В ходе разработки «Нанофора 05» специально был разработан первый отечественный твердотельный лазер на 488 нм мощностью до 200 мВт, что позволило снизить себестоимость прибора. Разработаны и постоянно совершенствуются программное обеспечение прибора, реагенты и расходные материалы, необходимые для его

эффективной эксплуатации. Опыт, полученный коллективами института-разработчика, завода-производителя и компании индустриального партнера при реализации проекта полного цикла по разработке, передаче на серийное производство и выводу на рынок отечественной высокотехнологичной инновационной продукции является весьма ценным для дальнейшей коммерциализации разработок академических институтов.

ИАП РАН, ООО АНК-Сервис и ФГУП ЭЗАН завершена разработка конструкции усовершенствованного изотопного масс-спектрометра МТИ-350ТМ. Прибор предназначен для изотопного анализа веществ в твердой фазе, и необходим для контроля технологий, реализуемых в ядерно-топливном и ядерно-оружейном циклах. В этих технологиях метод измерений изотопных отношений обеспечивает сверхточное, с ошибкой, не превышающей 0,01 %, измерение изотопного состава урана, требуемое, как при производстве ТВЭЛов, так и в случае выпуска оружейных смесей. МТИ-350ТМ также будет применяться для исследований в области геохронологии и поиска полезных ископаемых. Выпуск опытного образца прибора планируется в 2019 году.

В Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (ФТИ им. А.Ф. Иоффе) создан спектрометр ЭПР/ОДМР, который предназначен для проведения исследований и неразрушающей диагностики материалов. С его помощью можно проводить исследование процессов в биологических системах (в протеинах, металлопротеинах, содержащих переходные металлы и их кластеры), изучать природу фотосинтеза, процессы разделения заряда в биологических фотосистемах. Методами ЭПР можно выполнять раннюю диагностику раковых заболеваний, а также проводить исследование и контроль малых объемов вещества, вплоть до 10⁻³ мм³. На созданном спектрометре впервые были зарегистрированы спектры ЭПР, ОДМР и оптически детектируемого циклотронного резонанса (ОДЦР) в 3 мм диапазоне с использованием квазиоптического микроволнового тракта. Прибор предназначен для использования в исследовательских лабораториях и медицинских центрах, в центрах коллективного пользования институтов и университетов, в геологических институтах. Конкурентными преимуществами разрабатываемого спектрометра по сравнению с зарубежными аналогами является возможность регистрации не только ЭПР, но и фото-ЭПР, ОДМР, и ОДЦР, большая мощность, высокая стабильность СВЧ блока и возможность изменять его конфигурацию. Важными достоинствами являются компактность, сравнительно малая масса, возможность проведения экспериментов по ОДМР.

В ФТИ им. А.Ф. Иоффе на базе отечественного промышленного конфокально зондового микроскопа разработан сканирующий спектрометр магнитного резонанса. Сигналы, получаемые методами магнитно-резонансной спектроскопии (ЭПР, ОДМР, ЯМР, ДЭМР), имеют высокую чувствительность к структуре и свойствам вещества. Однако эти методы не позволяют получать информацию о пространственном разрешении особенностей структуры материалов как атомно-силовая микроскопия. В данном приборе совмещены преимущества пространственного разрешения атомно-силовой микроскопии и информативность и чувствительность магнитно-резонансной спектроскопии. Серийные приборы, которые бы объединяли магнитно-резонансные и зондово-оптические методики на рынке отсутствуют. Созданный новый прибор, оснащенный специализированными зондовыми датчиками, содержащими наночастицы со спиновыми центрами, открывает возможность манипуляции одиночными спинами или спиновыми пакетами в условиях

окружающей среды. Эти результаты можно будет использовать не только для развития сенсорики, но и для проведения квантовых вычислений, записи, считывания и хранения квантовой информации.

ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН разработан HVPE-реактор для массового производства объемных эпитаксиальных слоев нитридов галлия и алюминия. Таких реакторов на рынке пока нет. Скорость эпитаксиального роста GaN до 400 мкм/час. Толщина наращиваемого слоя достигает 10 мм. Установка приспособлена к продолжительным ростовым процессам, возможность выращивать слои толщиной до 10 мм и более. Несколько источников хлоридов (GaCl, AlCl₃, SiCl₄, TiCl₄, BCl₃) позволяют в одном процессе с выращиванием GaN наносить слои AlN, BN, TiN, Si₃N₄.

В Институте механики и машиностроения ФИЦ КазНЦ РАН (ИММ ФИЦ КазНЦ РАН) активно проводятся исследования по влиянию механических деформаций на коррозионный износ материалов, в том числе в крупногабаритных конструкциях. Ранее был выполнен анализ факторов, влияющих на коррозию механических напряжений и предложена модель влияния механических деформаций на толщину пассивирующего слоя. Для исследования влияния различных факторов на разрушение пассивирующего слоя разработан испытательный узел, который включает следующие блоки: блок механического воздействия; блок воздействия магнитным полем; блок воздействия ультрафиолетовым излучением; блок оценки изменения жесткостных характеристик тонкостенных образцов. Разработка защищена несколькими патентами. С помощью нового испытательного стенда получены новые результаты, раскрывающие особенности протекания коррозионных процессов при различных условиях эксплуатации материалов и изготовленных из них конструкций. Работа имеет важный практический выход на защиту технических конструкций от коррозии.

В Казанском физико-техническом институте ФИЦ КазНЦ РАН (КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН) создан мобильный полевой спектрофлуориметр МПЛС-2 для определения фильтрационных свойств нефтеносных пластов и поведения трассерных исследований в нефтедобывающих районах. Трассерные исследования применяются для определения направления тока закачиваемого флюида, а также для оценки эффективности системы поддержания пластового давления (ППД). Подобные исследования проводятся путём закачивания под землю специальных реагентов, после чего их наличие и концентрации отслеживают в добывающих скважинах. Основной недостаток метода в том, что после отбора образцов они должны пройти долгие лабораторные исследования. В связи с этим была поставлена задача по созданию мобильной установки, которая могла бы проводить измерения непосредственно на производстве. Прибор показал свою полную работоспособность. Полученный результат является источником уникальной информации для уточнения геологического строения нефтяной залежи, для выявления направленной природной или техногенной трещиноватости коллекторов и т.п. Кроме того, с помощью этого прибора можно исследовать фильтрационные потоки на других месторождениях с менее вязкими нефтями.

КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН и Казанским федеральным университетом с использованием ионного облучения успешно проводятся работы по созданию новых

фотоприемных структур на основе слоев Ge:Sb и Si:Ti на видимую и ближнюю ИК-область.

КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН создана оригинальная оптическая дифракционная методика контроля твердофазной рекристаллизации и нагрева имплантированных полупроводников при импульсном световом отжиге.

ФИЦ КазНЦ РАН разработан оптический комплекс для измерения полей скорости в потоках с высокой концентрацией трассеров. Комплекс включает скоростную видеокамеру, непрерывный лазер с насадкой формирующей световой нож, генератор дыма и компьютер со специализированным программным обеспечением, реализующим необходимый цикл подготовки видео к обработке, алгоритмы метода SIV и постобработки мгновенных полей скорости. Уникальной составляющей комплекса является программное обеспечение. Для представленного комплекса экспериментально подтверждена возможность точного измерения мгновенных полей скорости, осциллограмм компонент скорости, пульсаций компонент скорости и их корреляций второго и третьего порядков, полей завихренности и пульсаций завихренности, генерации, конвекции и диссипации энергии турбулентности, амплитудных и энергетических спектров.

КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН разработан аппаратно-программный комплекс для измерения объёмной карты поля в магнитной системе магнитно-резонансного томографа. Информация о пространственном распределении магнитного поля в достаточно большом объеме нужна, например, при магнитно-резонансной томографии, когда важно иметь однородное магнитное поле в рабочей области томографа. Эта информация может оказаться весьма полезной и на этапе эксплуатации томографа, и, особенно, на этапе настройки у производителя и при инсталляции прибора. Комплекс включает в себя микропрограммы для микроконтроллера и программные средства управления работой радиоспектрометра и мультиплексоров. Реализована полнофункциональная натурная модель комплекса.

Институтом органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН (ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН) проводятся активные исследования, направленные на создание неплатиновых катализаторов для топливных элементов с протонообменными мембранами (ТЭПОМ). Представлены конструкция и описание миниатюрного топливного элемента для регистрации методом электронного парамагнитного резонанса короткоживущих парамагнитных интермедиатов в ходе работы ТЭПОМ и половинного топливного элемента для исследования активности и стабильности неплатиновых катализаторов в составе мембранно-электродного блока. Разработаны и запатентованы миниатюрные ТЭ для исследований методом ЭПР. Этот ТЭ позволил зарегистрировать методом ЭПР спин-аддукты короткоживущих кислородных радикалов и использовать минимальные количества испытываемых катализаторов при разработке мембранно-электродных блоков. Работа выполнена по программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Арктика – научные основы новых технологий освоения, сохранения и развития».

Компанией ТНГ-Групп совместно с Казанским государственным университетом разработан скважинный прибор (КМРК), принцип действия которого основан на явлениях ядерного магнитного резонанса с одновременно дополнительной функцией оценки диэлектрической проницаемости по стволу скважины, а также программное обеспечение для обработки данных КМРК. В этом приборе имеется функция – выделения обводненных

пресной водой прослоев (2D). Созданный прибор ЯМР обладает наилучшей разрешающей способностью в сравнении с зарубежными аналогами (до 2,5 см по вертикали). Ведется разработка аппаратуры и технологии исследований фильтрационно-емкостных свойств горных пород методом ядерно-магнитного резонанса в искусственном поле прибором прижимного типа. Целью является расширить возможности метода при определении фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения пород.

Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро Российской академии наук (ФГУП ЭЗАН) представил реализуемый в настоящее время в рамках НТИ проект «Фабрика Будущего по разработке и производству кастомизированной вакуумной техники для научного приборостроения и высокотехнологичных отраслей промышленности». Предприятие уже разрабатывает и производит следующее оборудование, имеющее в своем составе элементы вакуумной техники:

- серия изотопных масс-спектрометров для производства уранового топлива;
- серия автоматизированного оборудования для выращивания монокристаллов тугоплавких оксидов и карбида кремния;
- кастомизированное оборудование для высокотемпературного синтеза и обработки материалов;
- плазмохимическое оборудование для травления и осаждения тонких пленок;
- вакуумные и сверхвысоковакуумные камеры, в том числе и из алюминия;
- аксессуары вакуумной техники.

ФГУП ЭЗАН разработал и внедрил собственную систему управления финансами и производством, АСУП «Кедр» включающую в себя модули PDM, CAPP, APS/MES, MRO, CRM и FI. В систему управления предприятия интегрированы САПР и PLM сторонних разработчиков, а также системы управления снабжением и бухгалтерским учетом. Обеспечивается финансовое планирование предприятия с учетом фактически заключенных и прогнозируемых договоров. Обеспечивается построение цифровой модели производства с учетом фактических мощностей обрабатывающих центров и циклов изготовления. Имеются CAD/CAM/CAE модули: проектирование изделий и подготовка конструкторской документации ведется при помощи САПР «Сгео» и «КОМПАС-3D». Получены результаты по виртуальному тестированию разрабатываемой продукции на основе численного моделирования, в частности, для тепловых узлов установок выращивания кристаллов.

Институтом проблем технологии микроэлектроники и особо чистых веществ Российской академии наук (ИПТМ РАН) совместно с ФГУП ЭЗАН при субсидировании работы Минромторгом России проводятся работы по созданию и постановке на производство электронного растрового микроскопа. Одним из назначений этого прибора является измерение и верификация топологии микроэлектронных структур с технологической нормой до 45 нм.

В Институте проблем точной механики и управления Российской академии наук (ИПТМУ РАН) разработаны алгоритмы для моделирования трехмерных нестационарных температурных полей в прецизионных приборах. Моделирование с использованием этих

алгоритмов позволяет на любом этапе проектирования рассчитывать температурные поля с учетом особенностей конструкции прибора и условий эксплуатации. В результате имеется возможность определить необходимость в использовании системы термостабилизации без проведения дорогостоящих экспериментов. Предлагаемые модели были использованы для расчета температурных полей различных авиакосмических приборов, например, навигационных систем и модулей микроспутников.

В Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) успешно развивается исследования и разработки в области панорамной оптической диагностики для газотурбостроения, аэро-газодинамики и энергетики. Разработан ряд методов панорамной диагностики, созданы приборы и уникальные диагностические комплексы для реализации этих методов. В настоящее время произведено более четырех десятков измерительных комплексов, внедренных в научный и образовательный процессы в институтах РАН, исследовательских университетах и научно-технических центрах. Непосредственно на базе ИТ СО РАН создан уникальный для России комплекс для проведения комбинированных панорамных оптических измерений. Комплекс включает в себя лазеры на красителях с перестраиваемой длиной волны, интенсифицированные цифровые камеры, высокоскоростные лазеры и регистраторы, а также ряд вспомогательного оборудования. Комплекс позволяет проводить широкий спектр измерений температуры, скорости потока, концентрации интермедиатов в процессах горения. Для ОАО «Авиадвигатель» (г. Пермь) были проведены исследования структуры течения и распределения концентрации пассивной примеси в изотермическом потоке за фронтовым устройством (устройство, осуществляющее перемешивание топлива и окислителя) в модели камеры сгорания ГТУ при высоких числах Рейнольдса. Метод стерео-PIV измерения был успешно применен для анализа характеристик турбулентности на стенде ТС-2 центрального института авиамоторостроения (ЦИАМ). В рамках проекта федеральной целевой программы ведется исследование применения методов машинного обучения для анализа картин визуализации факельного сжигания газового и угольного топлива и возможности управления процессами сжигания. Важный результат, полученный в этом направлении – возможность отслеживания режима горения топлива по картинам визуализации пламени в реальном времени с использованием предобученной сверточной нейронной сети.

В Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН) для геоэлектрического и сейсмоэлектрического мониторинга геологических или гидрогеологических сред созданы стационарные измерители плотности тока в проводящей среде. Основной особенностью прибора является бесконтактное измерение электрического поля за счет использования трансформаторного датчика тока. Отсутствие гальванического контакта устраняет помеховое влияние электрохимических процессов, характерное для традиционного способа измерения поля электродными парами. Приборы отличаются помехозащищенности электрометрических измерений. Разработка защищена несколькими патентами.

Геофизический центр РАН и ИФЗ РАН разработали компактный энергоэффективный регистратор сбора и оперативной передачи геомагнитных данных. Регистрация осуществляется на основе специализированного протокола SEEDLink,

который позволяет также осуществлять оперативную передачу данных. Имеется возможность удаленного управления, как самим устройством, так и соединенным с ним измерительным оборудованием. Оперативная передача данных необходима при организации служб мониторинга космической погоды, в частности геомагнитной обстановки, например, для оповещения о возникающих электромагнитных возмущениях, которые могут привести к нарушениям связи и сбоям работы навигационного оборудования. Другим аспектом использования оперативной информации является осуществление контроля функционирования регистрирующего оборудования. Выполненная адаптация элементов программного обеспечения прибора позволила разработать унифицированный подход к получению геомагнитных данных от разных регистрирующих устройств.

Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук (ИТПЗ РАН) и ИФЗ РАН разработали аппаратный комплекс для измерения глубины промерзания грунта. В ходе первых испытаний опытный макет аппаратного комплекса для измерения глубины промерзания грунта показал свою пригодность для проведения как научных, так и прикладных исследований. Основная цель измерений с помощью данного комплекса – не получение точного абсолютного значения мощности мерзлого слоя, а выявление динамики процесса с учетом местных локальных условий.

ИТПЗ РАН и ИФЗ РАН разрабатывается малогабаритная малопотребляющая система автоматического сбора геофизических данных. Система построена по модульно-блочному принципу, что позволяет гибко менять, как количество используемых полностью независимых входных каналов данных, так и тип/модель управляющего контроллера в соответствии с требованиями решаемых задач. Система будет обладать характеристиками, превосходящими многие зарубежные и отечественные аналоги, а по некоторым параметрам и превосходить их. Несомненным плюсом системы является её гибкость и лёгкая замена одной модели управляющего компьютера на другую. В дальнейшем планируется разработать собственную плату управляющего контроллера, что должно существенно снизить общее энергопотребление всей системы в целом и сделать её ещё более мобильной.

В Институте электрофизики Уральского отделения Российской академии наук (ИЭ УрО РАН) для изучения электрофизических процессов созданы приборы, работающие в нано- и пикосекундных временных диапазонах. Такие ультракороткие потоки заряженных частиц являются уникальным инструментом для инициирования разрядных процессов в газовых электродных промежутках и изучения пробоев с участием лавин УЭ. Разработаны твердотельные генераторы, обеспечивающие возможность стабильной работы с высокой частотой следования импульсов, обладающие устойчивостью к нагрузкам и имеющие практически неограниченный ресурс. Импульсные сильноточные ускорители электронов серии УРТ, предназначены для радиационных технологий в производственных условиях. Они успешно используются для промышленной модификации пленочных полимеров, радиационной стерилизации, получения нанопорошков, при разработке новых сорбентов и дозиметров. Обработке могут подвергаться газы, слои жидкости, сыпучие и твердые материалы. Импульсные

рентгеновские аппараты все шире применяются в медицинской диагностике, дефектоскопии, досмотровых системах. Преимуществом комплексов, созданных на основе наносекундных импульсных генераторов, малогабаритных отпаянных рентгеновских трубок с холодным катодом и устройств визуализации, использующих рентгенолюминофоры, является значительное, в 10-20 раз снижение необходимой дозы облучения в сравнении с аналогичными комплексами на основе источников непрерывного рентгеновского излучения.

В Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН) совместно с коллегами из Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук (ИОФ РАН) разработан пикосекундный электронно-оптический диссектор для диагностики продольного профиля пучков в ускорителях заряженных частиц. Диссектор – специальный фотоэлектронный прибор, основанный на стробоскопическом принципе регистрации для измерения параметров быстропротекающих периодических процессов в ближней ультрафиолетовой, и видимой области спектра с пикосекундным временным разрешением. Прибор предоставляет информацию о продольном профиле пучка, которая необходима для управления работой ускорителя элементарных частиц, требуется достоверная информация о продольном профиле пучка. Такого рода постоянный контроль за продольным профилем пучка осуществляется лишь на ускорителях, оснащенных электронно-оптическими диссекторами. Эти устройства разработаны и изготавливаются только в России и не имеют аналогов в мире. В настоящее время на циклических ускорителях в России и за рубежом успешно эксплуатируются два поколения диссекторов: ЛИ-602 и ПИФ-01Д.

ИОФ РАН совместно с ИЯФ СО РАН создан электронно-оптический диагностический комплекс, состоящий из пикосекундного диссектора нового поколения и стрик-камеры модели PS-1/S1 с предельным временным разрешением порядка 1 пс. С помощью этих приборов проведено измерение временных параметров пучка заряженных частиц в ускорителе. На основании результатов проведенных работ сделан вывод принципиальной важности – о необходимости оснащения пикосекундными камерами и диссекторами современных ускорительных установок. Для каждого из этих приборов существует свой класс задач, как в ускорительной физике, так и при штатной эксплуатации установок.

В ИЯФ СО РАН создан прототип источника электронов с магнитным поворотом пучка для применения в установках, использующих электронно-лучевые технологии. Использование поворота электронного пучка на до 900°, осуществляемого с помощью магнитного зеркала и квадрупольной коррекции позволяет расширить возможности применения электронного пучка в процессах термической обработки материалов для синтеза тугоплавких композитов и соединений, получения нано порошков, реактивного нанесения защитных покрытий и электронно-лучевой сварки.

ИЯФ СО РАН, Институтом лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЛФ СО РАН) и Новосибирским национальным государственным университетом разработан прототип источника пучка электронов с лазерным подогревом катода. Применение принципа его работы позволяет управлять током электронов источника модуляцией мощности лазера подогрева катода. Мощность излучения лазера передается через вакуум, что облегчает электрическую изоляцию лазера от катода,

находящегося под высоким ускоряющим напряжением пушки. Продемонстрирована возможность управление током источника модуляцией мощности лазера подогрева, что существенно упрощает высоковольтную изоляцию, т.к. в конструкции электронной пушки нет электроники питания накала катода и управления током пучка, находящейся под полным ускоряющим напряжением пушки.

Институтом сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники Российской академии наук (ИСВЧПЭ РАН) разработан и испытан однокристалльный приемный модуль со встроенной антенной на диапазон частот 66-67 ГГц для систем сотовой связи 5G. Изготовленная МИС является единственной разработанной на широкозонном полупроводнике – нитриде галлия, а по габаритам и характеристикам разработанная схема находится на уровне мировых аналогов.

Сотрудниками Специальной астрономической обсерватории Российской академии наук (САО РАН) представлен проект высокоточного оптоволоконного спектрографа высокого спектрального разрешения ($R = 100\ 000$) для комплексных исследований атмосфер звезд, поиска экзопланет, астросейсмологических исследований, исследования звездного магнетизма, активных ядер ярких галактик, межзвездной среды и т.д. Представлена оптическая схема прибора. Рабочий диапазон от 4000 до 7500 Å. Разработана оптическая схема предоптоволоконного блока спектрографа. В отличие от традиционных спектрографов в оптоволоконном изображении изучаемого объекта передается на щель с помощью оптических волокон. Такой способ передачи световой энергии обладает целым рядом очевидных преимуществ.

В Институте теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (ИТЭФ) создан и успешно испытан прототип атомно-зондового томографа. В основе методики АЗТ лежит подход атомной разборки материалов и проекционное увеличение, использовавшееся ранее в полевой автоионной микроскопии, а также времяпролетная масс-спектрометрия, примененная к каждому испаренному иону. Благодаря проекционной геометрии испарения атомов материала методика позволяет получать разрешение в глубину образца 1-2 Å, а латеральное разрешение порядка 2-4 Å. Для контроля и управления установкой было разработано собственное программное обеспечение. Также реализован полный пакет программных инструментов восстановления и обработки данных КВАНТМ-3D. Разработаны методики исследования ферритно-мартенситной стали, сплавов на основе никеля, титана, алюминия, циркония, ванадия, а также вольфрама, молибдена и алюминия. Показана возможность исследования материалов на основе кремния.

В Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН) разработан портативный поликапиллярный газовый хроматограф (ГХ) для анализа воздуха, выдыхаемого человеком. Этот анализ перспективен для диагностики факторов риска метаболических нарушений (нарушений обмена веществ) в организме человека, порождающих заболевание, например, сахарным диабетом, для контроля лечебного голодания и оценки эффективности физической нагрузки. Преимуществом диагностики по составу

выдыхаемого воздуха являются простота и неинвазивность (без хирургического вмешательства) отбора пробы выдыхаемого воздуха. Привлекательность такого контроля для пациентов определяется тем, что результаты анализа могут быть получены в присутствии пациента. Прибор обладает пороговой чувствительностью 10–10 г/см³, коротким временем анализа проб (несколько десятков секунд).

Волгоградский государственный технический университет и Институт химии высококислотных веществ им. Г.Г. Девярых РАН (ИХВВ РАН) разработали тандемный лазерный масс-рефлектон для определения газообразующих примесей в твердых веществах. Прибор состоит из одномодового Nd:YAG лазера со сдвоенным импульсом. Первым импульсом проводится очистка поверхности образца, вторым – отбор материала пробы на анализ. Система перемещения образца обеспечивает сплошное сканирование его поверхности в растровом режиме. Образованная под действием лазерного излучения плазма, свободно разлетается в вакуум. Полученные ионы поступают в масс-анализатор, состоящий из двух последовательно расположенных ступеней типа масс-рефлектон, расположенных в одном вакуумном корпусе, но отделенных друг от друга плотными экранами. Проведено успешное испытание макета прибора по определению водорода в алюминиевых сплавах. Несмотря на то, что пределы обнаружения газовых примесей, полученные на тандемном лазерном масс-рефлектоне, не имеют аналогов в мире, прибор нуждается в модернизации и дальнейшем совершенствовании.

В Федеральном исследовательском центре Южном научном центре Российской академии наук (ЮНЦ РАН) разрабатываются автономные комплексы мониторинга параметров водной среды. Комплексы включают датчики флуоресценции хлорофилла, температуры, солености, флуоресцентный датчик кислорода. Результаты измерения накапливаются в памяти базового блока и передаются через внешний модем. Образцы испытаны на береговых постах и на борту судна. Получены новые результаты о распределении и динамике параметров прибрежных вод. Устройства рекомендуются для широкого использования. Разработаны и изготовлены проточный и погружной комплексы.

В этих комплексах применяется разработанный в ЮНЦ РАН флуоресцентный датчик концентрации растворенного кислорода. Датчик изготовлен методом формирования тонкого полимерного носителя на поверхности стекла с последующим внедрением в него молекул фенантролинового комплекса рутения были получены чувствительные к кислороду плёнки, работающие по принципу гашения флуоресценции. Изготовленные на основе этих плёнок датчики показали хорошую чувствительность и высокую скорость реакции на кислород.

ЮНЦ РАН совместно с Арктическим и антарктическим научно-исследовательский институтом разработан портативный комплекс для определения концентрации хлорофилла-А (хл-А) с программным обеспечением. Основным результатом работы является создание современного портативного комплекса для определения концентрации хлорофилла-А, который позволяет с меньшей затратой времени и материалов, но с более высокой точностью (в сравнении со спектрофотометрическим методом определения хл-А) производить измерения содержания хлорофилла-А, что также является актуальным для олиготрофных водоемов. Прибор полезен не только для проведения научных исследований, но и для систем водозаборов обеспечивающих водоснабжение населения.

Во время морских экспедиций на научно-исследовательских судах ЮНЦ РАН «Профессор Панов» и «Денеб» в 2016-2017 гг. была произведена апробация прибора, в результате чего получены данные, которые позволяют осуществить анализ распределения концентрации хл-А по судовому ходу от Черного моря до Таганрогского залива.

Институт биологического приборостроения с опытным производством Российской академии наук (ИБП РАН) для повышения эффективности системы телемедицинского сопровождения беременности для диагностики на ранних сроках разработал ультразвуковой доплеровский стереомонитор плода (Stereo Fetal Doppler). Прибор позволяет получать эхо-сигнала от объемного кровотока сердца плода и отличается от обычного доплеровского монитора наличием второго канала зондирования. Благодаря этому стало возможным доплерографию без подстройки угла инсонации, т.е. проводить измерения без перемещения доплеровского зонда, и отслеживать множество гемодинамических показателей состояния плода. В институте также предложена масштабируемая телемедицинская информационная система для мониторинга состояния внутриутробного плода и разработан метод минимизации неопределенности оценки состояния внутриутробного плода. Синтезирована кооперативная нейронная сеть для распознавания профилей объемного внутриутробного кровотока сердца плода. Рассмотрен пример построения локальной вычислительной сети для работы с глубокими нейронными сетями (Deep Neural Networks).

В ИБП РАН накоплен многолетний опыт в создании и выпуске высокочувствительных калориметров типов ДСМ и ДАСМ. В настоящее время создан экспериментальный образец прецизионного нанокалориметра, на котором проводятся измерения теплопродукции митохондрий растительных клеток в условиях максимально приближенных к существующим современным научным задачам растениеводства по поиску веществ, снижающих неблагоприятное воздействие природной среды. Освоение производства нанокалориметра позволит российским биологам работать на переднем крае мировой науки.

В Институте теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (ИТЭБ РАН) создан опытный образец портативного прибора анализатора мочевины и/или креатина на основе полимерного фермента биочипа для анализов крови и мочи. Разработка портативных приборов для проведения анализов биологических жидкостей является актуальной задачей современной медицинской диагностики. Особый интерес среди портативных анализаторов различных веществ представляют анализаторы на основе биосенсоров. Создан лабораторный образец прибора-анализатора на основе мультиферментного микрореактора (уреаза, пероксидаза хрена и т.д.). Изучены функциональные свойства лабораторного образца мультиферментного сенсорного датчика на плоской стеклянной и кварцевой поверхности. Показано, что чувствительный слой можно наносить на поверхности из разных материалов, различной конфигурации и отделять от регистрирующего электрода без потери во времени при получении сигнала. Проведены первичные исследования сопряженной системы биферментных сенсоров и микрореакторов, сформированных на основе полимерных нанотехнологий. Показана возможность с помощью сопряженной системы глюкозооксидаза-пероксидаза хрена определять субстраты исследуемых ферментов в тестовых растворах. Разработан способ

иммобилизации ферментов с применением полимерных технологий, который является универсальным для многих ферментов и при котором иммобилизованный фермент находится функционально-активном состоянии.

В Институте химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения Российской академии наук (ИХБФМ СО РАН) успешно проводятся исследования в области химического синтеза ДНК – технологии, которая позволяет получать генетический материал из относительно простых и доступных реактивов. Разработка таких методов сделала реальным развитие новой науки - синтетической биологии, задачей которой является получение искусственных организмов. Разработан многоканальный синтезатор нового типа, позволяющий одновременно осуществлять параллельный синтез большого количества олигонуклеотидов – материала для генно-инженерного конструирования и диагностических целей. В ходе выполнения проекта создан макет микрочипового синтезатора. Разработан метод изготовления микрореакторов для проведения олигонуклеотидного синтеза с помощью микроэлектронной планарной технологии. Проведена успешная апробация разработанного макета для олигонуклеотидного синтеза как с использованием фотокислот, так и с использованием фотолабильных защитных групп.

Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук (ИСПМ РАН) и ООО «Технологии печатной электроники» сконструирована зондовая станция ProbeStation для оценки электрических свойств микроэлектронных устройств путем взаимного позиционирования полуавтоматизированных микроманипуляторов-зондов и исследуемых образцов, а также записи их вольт-амперных характеристик (ВАХ). Процесс позиционирования осуществляется и контролируется пользователем при помощи цифрового микроскопа. Запись ВАХ осуществляется при помощи внешнего источника-измерителя и управляется пользователем с помощью программного обеспечения, входящего в комплект зондовой станции. Зондовая станция предназначена для использования на малых производствах, в научных лабораториях.

В Институте природно-технических систем (ИПТС РАН) создана линейка распределенных термопрофилемеров для измерения профилей температуры в воде, воздухе и грунте, скорости потоков, плотности, границ раздела сред, уровня моря («электронная мерная рейка»), параметров внутренних волн, теплозапаса в море и на промышленных объектах. Знание точных конструктивных параметров измерительного кабеля датчика и положение в пространстве позволяет использовать РТП для контроля уровня и границ раздела сред. Для решения этой задачи используются известные и разработаны новые методы и алгоритмы, основанные на свойствах теплообмена датчика со средой, а также комбинации измерителя из одного и двух пассивных или активных распределенных датчиков.

При использовании термопрофилемеров исходными данными для вычисления уровня и границ раздела сред могут служить: градиент температур на участках распределенного датчика, параметры стационарного и динамического теплообмена со

средами различной плотности и теплоемкости при естественной изменчивости или принудительном внутреннем нагреве чувствительных элементов измерителя.

В ИПТС РАН также успешно проводятся работы по созданию оригинальных разработки безредукторных ветроэлектрических установок (ВЭУ) горизонтально-осевого или вертикально-осевого типа и их основных элементов – многополюсных генераторов с электромагнитным возбуждением или магнитоэлектрического типа. Проведены испытания ветроустановок малой и средней мощности. Новые перспективные защищены патентами. Полученные результаты могут быть востребованы при проектировании крупных ВЭУ мощностью на 10-15 МВт.

Институтом оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН) предложен оригинальный метод дистанционного мониторинга радиоактивных выбросов предприятий ядерно-топливного цикла по вторичным проявлениям в атмосфере. Раскрыты и выявлены новые проблемы аварийных атмосферных выбросов предприятий ЯТЦ. Теоретически обоснована возможность использования радиоизлучения в диапазоне частот 1,4-1,8 ГГц для дальнего обнаружения повышенной радиоактивности на расстояниях до 60-70 км от источника выброса (АЭС или РХЗ) работающего в штатном режиме.

Институтом физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН) в содружестве с Национальным исследовательским Томским политехническим университетом и ИОА СО РАН создан уникальный исследовательский комплекс для изучения быстропротекающих процессов тепломассопереноса при дуговой сварке плавящимся электродом. Показаны преимущества разработанного комплекса перед традиционно применяемыми с использованием кино- и видео камер с теневым принципом регистрации характеристик тепломассопереноса. Данный комплекс позволяет исследовать быстропротекающие процессы с применением высокоскоростной видео съемки в условиях лазерного когерентного излучения, улучшающего визуализацию изучаемого объекта – процесса плавления и переноса каждой капли электродного металла в условиях интенсивного светового излучения от электрической дуги. Важным звеном в разрабатываемом комплексе является роботизированная сварочная платформа, которая обеспечивает в процессе исследований автоматическое перемещение свариваемого образца по одной из выбираемых траекторий перемещения с целью обеспечения требуемой геометрии сварного шва в соответствии с требованиями, ГОСТ 6996-66 «Сварные соединения. Методы определения механических свойств». Испытания исследовательского комплекса полностью подтвердили его высокую эффективность при изучении быстропротекающих процессов тепломассопереноса при электродуговой сварке плавящимся электродом. Работа имеет важное практическое значение для развития и совершенствования технологии сварки. Данная работа выполняется за счет средств РНФ по проекту №16-19-10010.

В Институте физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН) успешно развиваются исследования и разработки в области высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Для ВЭЖХ разработан и запатентован высокочувствительный рефрактометрический детектор с лазерным модулем

и хроматографическим трактом для анализа реакционных органических и неорганических соединений методом ВЭЖХ. Предложенная уникальная оптическая схема повышает чувствительность определения органических и неорганических веществ по сравнению с прототипом в 6-7 раз, аналогом – 16-17 раз, соответственно. В ИФЭХ РАН разработана и запатентована методика приготовления колонок с полимерными сорбентами, в том числе на основе полидивинилбензола для контроля качества органических и неорганических полимеров методом критической эксклюзионной ВЭЖХ. Разработанный рефрактометрический детектор и использование полидивинилбензольного сорбента для ВЭЖХ обеспечили возможность определения молекулярно-массового распределения олигомеров этоксисилоксанов в гидролизованных и негидролизованных этилсиликатах, полимерных молекул кремниевой кислоты в геотермальных водных растворах, а также содержания хитозан-хитина и хиозан-белкового комплекса в препаратах хитозана.