



От главного редактора

Уважаемые коллеги! Создание Нижегородского научного центра РАН призвано способствовать интеграции усилий академических институтов региона в решении научных, инфраструктурных, социальных задач. Настоящее издание – это попытка создать общее информационное поле академической науки в регионе, которое способствовало бы нашей интеграции и взаимодействию. В первом выпуске представлен материал, отражающий деятельность ННЦ РАН на момент его создания. В дальнейшем планируется издавать также тематические выпуски, посвященные актуальным направлениям исследований в институтах ННЦ РАН, освещать проблемы развития российской науки в целом, делать краткие обзоры новостей мировой науки. Все это важные, но непростые задачи, и поэтому успех нового издания во многом будет определяться нашей общей активностью. Приглашаю нижегородское академическое сообщество поддержать это начинание и способствовать его полезному продолжению.

А. Г. Литвак, академик, председатель ННЦ РАН



Общим собранием Российской академии наук 16 декабря 2008 года было принято решение о создании **Нижегородского научного центра РАН** (ННЦ РАН). 4 февраля 2009 года на общем (учредительном) собрании ННЦ РАН приняты проект устава, программа развития и выбраны руководящие органы. Основная цель создания ННЦ РАН – координация работы академических институтов в Нижегородском регионе, особенно по междисциплинарным научным исследованиям, и организация их взаимодействия с отраслевой наукой, промышленными предприятиями и региональными вузами. Важнейшая задача центра – решение разного рода инфраструктурных и социальных проблем академической науки в регионе, включая обеспечение институтов современными информационными, суперкомпьютерными технологиями, и строительство жилья для сотрудников академических учреждений. В задачи Центра входит и взаимодействие с местными органами власти, особенно по реализации проектов, выполняемых в интересах региона.

Структура ННЦ РАН, состав руководящих органов

В состав ННЦ РАН входят:

- Институт прикладной физики РАН,
- Институт физики микроструктур РАН,
- Институт химии высокочистых веществ РАН,
- Институт металлоорганической химии им. Г. А. Разуваева РАН.

ННЦ взаимодействует с региональными подразделениями институтов РАН:

- Нижегородским филиалом Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН,
 - Нижегородским отделом Института социологии РАН,
 - Нижегородским филиалом Центральной клинической больницы РАН;
- с ведущими научными и научно-образовательными центрами региона, такими как
- Российский федеральный ядерный центр (РФЯЦ – ВНИИЭФ),
 - Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ),
 - Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И. И. Африкантова (ОКБМ),
 - отраслевые институты (в области радиоэлектроники, связи, судостроения, химических технологий): ФГУП НИИИС, НИИИРТ, НПП «Полет», НПП «Салют», НИИПИ «Кварц», ЦНИИ «Буревестник», ОАО «Оргсинтез» и др.,
 - Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,
 - Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,
 - Нижегородская государственная медицинская академия.

В составе ННЦ РАН – **790** научных сотрудников, из них **10** действительных членов и **14** членов-корреспондентов РАН.

Руководящим органом является Президиум.

Состав Президиума ННЦ РАН:

- А. Г. Литвак, академик, – председатель ННЦ РАН,
- З. Ф. Красильник, д.ф.-м.н., – зам. председателя ННЦ РАН,
- А. М. Сергеев, чл.-корр. РАН, – зам. председателя ННЦ РАН,
- В. К. Черкасов, чл.-корр. РАН, – зам. председателя ННЦ РАН,
- А. И. Малеханов, к.ф.-м.н., – главный ученый секретарь Президиума ННЦ РАН,
- Г. А. Абакумов, академик,
- С. В. Гапонов, академик,
- А. В. Гапонов-Грехов, академик,
- В. В. Железняков, академик,
- Р. И. Илькаев, академик,
- В. Е. Костюков, д.т.н., директор РФЯЦ – ВНИИЭФ,
- Ф. М. Митенков, академик,
- В. Н. Перевезенцев, д.ф.-м.н., директор Нижегородского филиала ИМАШ РАН,
- С. Д. Снегирев, д.ф.-м.н., директор НИРФИ,
- Р. Г. Стронгин, д.ф.-м.н., президент ННГУ им. Н. И. Лобачевского,
- В. И. Таланов, академик,
- Ю. А. Трутнев, академик,
- М. Ф. Чурбанов, академик.



Краткие сведения об институтах ННЦ РАН



Учреждение Российской академии наук
Институт прикладной физики РАН (ИПФ РАН)



Учреждение Российской академии наук
Институт физики микроструктур РАН (ИФМ РАН)



Создан в 1976 г. Численность сотрудников – 1194 чел., из них 498 научных сотрудников, 4 академика РАН, 6 членов-корреспондентов РАН, 77 докторов и 194 кандидата наук, 50 аспирантов.

Основные направления научной деятельности ИПФ РАН:

- физика конденсированных сред,
- оптика и лазерная физика,
- радиофизика и электроника,
- физика плазмы,
- астрономия и исследования космического пространства,
- физические процессы в океане,
- физические и химические процессы в атмосфере.

Директор – Литвак Александр Григорьевич, доктор физ.-мат. наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии СССР.

Научный руководитель – Гапонов-Грехов Андрей Викторович, доктор физ.-мат. наук, профессор, академик РАН, лауреат государственных премий СССР и РФ.

Почтовый адрес ИПФ РАН:

603950, г. Нижний Новгород, ГСП-120, ул. Ульянова, 46.

Телефон: (831) 436 5810, факс: (831) 436 2061

E-mail: dir@appi.sci-nnov.ru

Web-site: www.iapras.ru, www.ipfran.ru



Создан в 1993 г. Численность сотрудников – 250 чел., из них 130 научных сотрудников, 1 академик РАН, 2 члена-корреспондента РАН, 15 докторов и 70 кандидатов наук, 11 аспирантов.

Основные направления научной деятельности ИФМ РАН:

- физика твердотельных наноструктур,
- высокотемпературная сверхпроводимость,
- оптика мягкого рентгеновского диапазона.

Директор – Красильник Захарий Фишелевич, доктор физ.-мат. наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР.

Почтовый адрес ИФМ РАН:

603950, г. Нижний Новгород, ГСП-105.

Телефон: (831) 438 5555, факс: (831) 438 5553

E-mail: director@ipm.sci-nnov.ru

Web-site: www.ipm.sci-nnov.ru



Учреждение Российской академии наук
Институт химии высокочистых веществ РАН
(ИХВВ РАН)



Создан в 1988 г. Численность сотрудников – 157 чел., из них 57 научных сотрудников, 1 академик РАН, 1 член-корреспондент РАН, 13 докторов и 34 кандидата наук, 12 аспирантов.

Основные направления научной деятельности ИХВВ РАН:

- физикохимия и технологии высокочистых веществ и материалов,
- неорганическая химия,
- физическая химия,
- аналитическая химия.

Директор – Чурбанов Михаил Федорович, доктор химических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии РФ.

Почтовый адрес ИХВВ РАН:

603950, г. Нижний Новгород, ГСП-75, ул. Тропинина, 49.

Телефон: (831) 462 7750, факс: (831) 462 5666

E-mail: churbanov@ihps.nnov.ru

Web-site: www.ihps.nnov.ru



Учреждение Российской академии наук
Институт металлоорганической химии
им. Г. А. Разуваева РАН (ИМХ РАН)



Создан в 1988 г. Численность сотрудников – 123 чел., из них 102 научных сотрудника, 1 академик РАН, 2 члена-корреспондента РАН, 10 докторов и 60 кандидатов наук, 22 аспиранта.

Основные направления научной деятельности ИМХ РАН:

- синтез органических, элементоорганических, координационных соединений;
- изучение природы химической связи и механизмов важнейших химических реакций;
- направленный синтез веществ с заданными свойствами и создание функциональных материалов на их основе.

Директор – Абакумов Глеб Арсентьевич, доктор химических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии СССР.

Почтовый адрес ИМХ РАН:

603950, г. Нижний Новгород, ГСП-445, ул. Тропинина, 49.

Телефон: (831) 462 7709, факс: (831) 462 7497

E-mail: office@iomc.ras.ru

Web-site: www.iomc.ras.ru

Основные направления деятельности ННЦ РАН

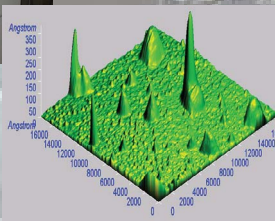
Основные научные направления ННЦ РАН определяются профильными направлениями исследований входящих в него институтов.

Направления развития деятельности ННЦ РАН связаны с координацией перспективных междисциплинарных исследований, получивших к настоящему времени значительный задел в институтах Центра и способных послужить «точками роста» для создания новых научных подразделений в его структуре. К таким направлениям относятся:

- биофизика (методы диагностики и модификации биологических тканей, биоинженерия, нейродинамика);



- физика и физикохимия наноматериалов (направленный синтез, исследование свойств, диагностика и метрология наноструктур и функциональных наноматериалов);



- науки о Земле (атмосферное электричество, исследование и диагностика физических процессов в атмосфере и ионосфере, экологический мониторинг внутренних водоемов и речных водохранилищ);



Помимо научных исследований, направления деятельности ННЦ РАН включают развитие инфраструктуры фундаментальных и прикладных исследований на территории Нижегородской области, а также решение социальных проблем сотрудников институтов РАН, включая строительство жилья, а также медицинское обслуживание на базе Нижегородской амбулатории Центральной клинической больницы РАН (филиал), ул. Большая Печерская, дом 29.



Институты ННЦ РАН активно участвуют в выполнении федеральных целевых программ, программ фундаментальных исследований Президиума и профильных отделений РАН.

Федеральные научно-технические программы:

- ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы»,
- ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы»,
- ФЦП «Международный термоядерный реактор» (ИТЭР),
- ФЦП «Мировой океан».

Программы Президиума РАН:

- «Фундаментальные проблемы нелинейной динамики»,
- «Квантовая физика конденсированных сред»,
- «Проблемы физической электроники, пучков заряженных частиц и генерации электромагнитного излучения в системах большой мощности»,
- «Происхождение, строение и эволюция объектов Вселенной»,
- «Экстремальные световые поля и их приложения»,
- «Окружающая среда в условиях изменяющегося климата: экстремальные природные явления и катастрофы»,
- «Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология, биология, экология»,
- «Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов»,
- «Фундаментальные науки – медицине»,
- «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов»,
- «Поддержка инноваций и разработок»,
- «Приобретение научных приборов и оборудования (приборы и оборудование отечественного производства)».

К наиболее крупным работам, выполняемым в ННЦ по **государственным контрактам и договорам с промышленными предприятиями**, относятся (по состоянию на 2008–2009 годы):

- «Реконструкция гиротронного комплекса токамака Т-10» (ИФ РАН, заказчик – РНЦ «Курчатовский институт»);
- «Изготовление и поставка гиротронов для системы нагрева плазмы реактора ИТЭР» (ИФ РАН, заказчик – Федеральное агентство по атомной энергии);
- «Разработка технологий оптической томографии и выпуск опытных партий приборов для диагностики биологических тканей» (ИФ РАН, заказчик – Федеральное агентство по науке и инновациям);
- «Разработка технологии плазменного синтеза нано- и поликристаллических алмазных пленок и пластин большой площади» (ИФ РАН, заказчик – Федеральное агентство по науке и инновациям);
- «Создание комплекса технологических средств для измерения параметров ГАП перспективных заказов на основе использования вертикальной гидроакустической антенны в условиях мелководного полигона Балтийского моря» (ИФ РАН, заказчик – ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин»»);
- «Разработка и создание измерительной гидроакустической системы вертикального распределения для комплекса морских технических средств» (ИФ РАН, заказчик – ФГУП «СПМБМ «Малахит»»);
- «Исследование проблем создания проекционной литографии в области экстремального ультрафиолетового излучения ($\lambda = 13,5$ нм) для формирования топологического рисунка элементов УБИС с нанометровыми размерами» (ИФ РАН, заказчик – ФГУП «ФНПЦ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»»);
- «Разработка магниторезистивных элементов радиационно-стойких запоминающих устройств» (ИФ РАН, заказчик – ФГУП «ФНПЦ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»»);
- «Комплексный проект повышения эффективности производства поликристаллического кремния за счет безотходного производства трихлорсилана» (ИХВВ РАН, заказчик – ФГУП «РНЦ «Прикладная химия»»);
- «Разработка и организация выпуска комплекса аттестованных по химическому составу стандартных образцов неорганических наноматериалов на основе высококачественных веществ для метрологического обеспечения аналитических приборов и методик» (ИХВВ РАН, заказчик – ОАО «ПИРЕДМЕТ»);
- «Новые наноструктурированные материалы, полученные на основе металлоорганических соединений» (ИМХ РАН, заказчик – Федеральное агентство по науке и инновациям).

Научные достижения

К наиболее важным научным достижениям институтов ННЦ РАН последних лет можно отнести следующие.

В результате совершенствования современных методов электронной оптики и электродинамики сверхразмерных квазиоптических систем



сделан крупный шаг в **разработке гиротронов для электронно-циклотронного нагрева плазмы в установках УТС**. В рамках международной программы ИТЭР испытан квазинепрерывный 170 ГГц гиротрон мегаваттного уровня мощности (1,05 МВт / 100 с / 52% КПД и 0,85 МВт / 200 с / 52% КПД) с алмазным вакуумным окном и депресс-коллектором, разработаны перспективные варианты мегаваттных гиротронов со ступенчатой перестройкой частоты для подавления МГД-неустойчивостей в токамаках, продемонстрированы рекордные значения КПД (до 70%); с использованием

российского гиротрона на одной из крупнейших установок УТС – стеллараторе LHD (Япония) – получены разряды рекордной длительности, более 1 часа (ИПФ РАН).

Создан **компактный источник терагерцового излучения с рекордными параметрами**, получена генерация импульсов длительностью 40 пс с мощностью 5 кВт на частоте 1,02 ТГц и 30 пс с мощностью 0,5 кВт на частотах до 1,3 ТГц (ИПФ РАН).

Разработаны **физические основы новых технологий получения перспективных материалов** при воздействии электромагнитного излучения диапазона миллиметровых волн на вещество. В частности, предложен и реализован метод выращивания поликристаллических алмазных пленок и дисков, позволяющий в 5–7 раз увеличить скорость роста по сравнению со скоростью роста в традиционных реакторах фирмы «Де Бирс»; разработаны технологии получения нанокерамических материалов с улучшенными механическими свойствами, созданы ЭЦР-источники многозарядных ионов с рекордными токами для современных ускорителей и обработки материалов (ИПФ РАН).



Разработаны **физические и технологические основы низкочастотной акустической томографии мелкого моря**. С использованием оригинальной аппаратуры, включающей уникальные излучающие и приемные антенные комплексы, впервые в условиях мелкого моря осуществлено наблюдение локализованных неоднородностей на дистанциях более 100 км. Подтверждена принципиальная возможность создания томографической системы акустического мониторинга мелкого моря на основе применения вертикально развитых излучающих и приемных антенн (ИПФ РАН).

Разработано **новое поколение излучающих и приемных гидроакустических систем**, которые закладывают базу для решения фундаментальных и прикладных задач акустики океана, в том числе акустической томографии океана, освещения подводной обстановки, измерения



и контроля скрытности малошумных объектов. Созданы конструкции, опытные образцы и технология изготовления широкополосных, не имеющих аналогов за рубежом излучателей в диапазоне частот от 100 до 3000 Гц с акустической мощностью до ~100 кВт и КПД до ~90%. Изготовлены отечественные образцы излучателей для гибких буксируемых антенн, превосходящие по своим параметрам иностранные аналоги. Прошел государственные испытания и передан в эксплуатацию цифровой антенный комплекс измерения параметров гидроакустического поля малошумных объектов (ИПФ РАН).

Развиты **физические модели формирования anomalно высоких волн на поверхности океана**, связанные с эффектами собственной нелинейной динамики волн. Теория применена для анализа и объяснения инструментальных записей «волн-убийц» в различных акваториях Мирового океана (ИПФ РАН).

На основе использования принципов параметрического усиления света создан **компактный фемтосекундный лазерный комплекс субпетаваттного уровня мощности**, входящий в число пяти наиболее мощных лазерных систем в мире (достигнутая мощность 200 ТВт при длительности импульса 45 фс). Используемые принципы усиления и оригинальная архитектура лазера позволяют, используя существующие отечественные технологии (в том числе разработанную в ИПФ РАН скоростную технологию выращивания широкоапертурных кристаллов DKDP), реализовать масштабирование комплекса до мультипетаваттного уровня мощности (ИПФ РАН).



Экспериментально реализован **новый метод визуализации внутренней структуры оптически непрозрачных (мутных) сред с пространственным разрешением в единицы микрон** – оптическая



когерентная микроскопия (ОКМ), метод совмещает предельное поперечное разрешение конфокальной микроскопии со сверхвысоким продольным разрешением, свойственным оптической когерентной томографии на основе фемтосекундных источников света. Применение ОКМ к изучению живых биотканей позволяет наблюдать структуры клеточного масштаба на глубинах до 500 мкм и тем самым создавать неинвазивную диагностику новообразований на самой ранней стадии их развития (ИПФ РАН).

Предложена и реализована **новая схема создания оптических импульсов предельно короткой длительности с плавно перестраиваемой центральной длиной волны** на основе полностью волоконной эрбиевой системы. Экспериментально продемонстрирована генерация импульсов длительностью 24 фс с центральной длиной волны, перестраиваемой в диапазоне 1,8–1,9 мкм (ИПФ РАН).

Создан **новый тип светоизлучающего диода на эпитаксиальном Si:Er с неоднородным легированием области пространственного заряда**, позволившим пространственно разнести в диоде туннельную генерацию носителей заряда и ударное возбуждение ионов эрбия. В результате исключена нестабильность (шнурование) тока в условиях развития лавинного пробоя, увеличена длина области возбуждения ионов эрбия и мощность излучения на длине волны 1,54 мкм (ИФМ РАН).

Проведено теоретическое и экспериментальное исследование процессов излучения электромагнитных волн вихрями, движущимися в распределенных джозефсоновских переходах и слоистых высокотемпературных сверхпроводниках с внутренним эффектом Джозефсона. Изучено влияние внешних электродинамических систем на динамику вихрей, и построена **теория черенковского излучения волн вихрями в одномерных и двумерных джозефсоновских системах**. Найден условия возникновения когерентного излучения, и предложен новый класс джозефсоновских генераторов (ИФМ РАН).

Создан **интерферометр с дифракционной волной сравнения для измерения с субнанометровой точностью формы светосильных оптических поверхностей**, включая асферические, и волновых деформаций объективов. По своим параметрам интерферометр входит в число лучших в мире, а по ряду параметров существенно превосходит аналоги. Создание такого интерферометра позволяет реализовать в России разработки объективов сверхвысокого разрешения для проекционной литографии, рентгеновской микроскопии и астрономии (ИФМ РАН).



Разработан и реализован **твердотельный субмиллиметровый нестационарный спектрометр** на основе генератора Ганна (частоты 75–79 ГГц) с умножителем частоты на полупроводниковых сверхрешетках. Спектрометр более экономичен в сравнении с микроволновыми спектрометрами на основе лампы обратной волны (ИФМ РАН).

Развита методика изготовления **свободновисящих EUV-фильтров** с апертурой 140 x 40 мм и рекордно высокой прозрачностью ($T = 80\%$) в спектральной области 13,5 нм при прозрачности от 0,1% в УФ- до 4% в ИК-области. Основные области применения фильтров: проекционная EUV-литография и метрология источников излучения литографических установок, рентгеновская диагностика плазмы, рентгеновская астрономия (ИФМ РАН).

Развиты **физико-химические основы, методы и технологии получения значительного числа высокочистых веществ и материалов** с содержанием суммы примесей на уровне 10^{-5} – 10^{-6} ат. % и отдельных примесей на уровне 10^{-8} – 10^{-10} ат. %. Получен ряд веществ с рекордной степенью чистоты: летучие соединения металлов, химические элементы в форме простых веществ. Разработаны методы определения примесного состава высокочистых веществ различных классов с пределами обнаружения 10^{-8} – $10^{-10}\%$ и изотопного состава изотопно-обогащенных высокочистых веществ (ИХВВ РАН).



Разработаны **научные основы и методы получения волоконных световодов из высокочистого кварцевого стекла с предельно низкими оптическими потерями** для линий волоконно-оптической связи, высокоэффективных волоконных лазеров и усилителей. Разработана технология получения активных кварцевых волоконных световодов, легированных висмутом. На их основе созданы волоконные лазеры, генерирующие оптическое излучение в новом спектральном диапазоне 1300–1520 нм, освоение которого позволит значительно (более чем на порядок) увеличить пропускную способность волоконных линий связи (ИХВВ РАН совместно с НЦВО ИОФ РАН).

Разработаны **основы и методы получения неоксидных стекол и световодов с высокой прозрачностью в среднем ИК-диапазоне**. Разработана отечественная технология получения высокочистых поликристаллических селенида и сульфида цинка для силовой оптики среднего ИК-диапазона и оптических элементов из них (ИХВВ РАН).



Завершена **разработка научных основ технологии высокочистого моноизотопного кремния-28**, обеспечивающей получение поликристаллического материала высокой изотопной и химической чистоты с выходом целевого продукта не менее 75%.



Впервые получен образец моноизотопного кремния-28 массой более 5,9 кг с содержанием основного изотопа $99,99382 \pm 0,00240\%$ и рекордно низким содержанием примесей углерода и кислорода. Получен структурно-совершенный

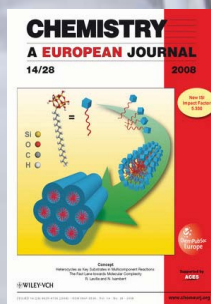
монокристалл высокочистого кремния-28 с содержанием основного изотопа более 99,99%. Установлено, что в отличие от кремния с природным изотопным составом спектр моноизотопного кристалла в области энергии квантов 1,49845–1,49859 мкэВ имеет тонкую структуру, обусловленную спиновым состоянием остаточных атомов фосфора. Показана возможность оптической регистрации состояний ядерного спина, что существенно для разработки квантового компьютера на основе моноизотопного кремния (ИХВВ РАН совместно с НТЦ «Центротех», С.-Петербург, НЦВО ИОФ РАН и рядом зарубежных научных центров).



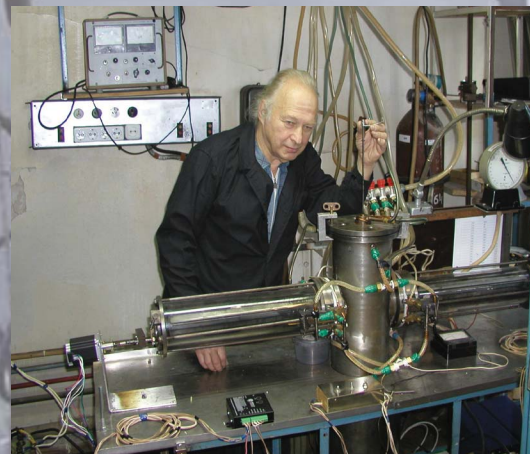
Впервые обнаружена **уникальная реакционная способность комплексов непереходного элемента сурьмы с редокс-активными катехолатными и о-амидофенольными лигандами** обратно взаимодействовать с молекулярным кислородом, что позволяет имитировать биологические переносчики молекулярного кислорода. Получение таких соединений сурьмы и их стабильных комплексов с кислородом позволяет использовать их как дешевые, по сравнению с традиционными соединениями платиновых металлов, переносчики кислорода для самого разнообразного круга окислительных процессов. Данные соединения имеют также большую перспективу в качестве антиокислителей в различных, в том числе биохимических, процессах (ИМХ РАН).

Впервые получен **ряд неизвестных ранее молекулярных объектов, содержащих связи металл-металл**, в том числе связи цинк-цинк, цинк-галлий, литий-галлий, алюминий-алюминий, алюминий-литий и лантан-галлий. Разработанный подход к синтезу таких объектов состоит в использовании органических лигандов, сочетающих конформационную жесткость углеродного остова с лабильной электронной системой, способной внести вклад в связывание атомов металлов. Результаты этих исследований приводят к получению нового фундаментального знания о природе химической связи, а также способствуют решению ряда прикладных задач, в том числе получению новых функциональных наноразмерных материалов и созданию эффективных каталитических систем для процессов органического синтеза (ИМХ РАН).

На основе органических производных непереходных металлов разработаны **катализаторы полимеризации лактидов с раскрытием цикла**, превосходящие по своей эффективности большинство известных каталитических систем. Процесс образования полилактида на испытанных катализаторах носит характер «живой» полимеризации, что позволяет получать разнообразные по составу и микроструктуре биodeградируемые полимерные материалы из быстро возобновляемого растительного сырья, а не из нефтепродуктов (ИМХ РАН).



Создана уникальная лабораторная **установка дугового синтеза углеродных наноматериалов** (фуллеренов, эндофуллеренов и нанотрубок) в условиях реверсивного режима горения дуги. Установка используется для исследований процесса синтеза и производства малых партий углеродных наноматериалов (ИМХ РАН).



Ведущие научные школы

В ННЦ работают 12 ведущих научных школ, получивших государственную поддержку в рамках президентской программы поддержки молодых ученых и ведущих научных школ Российской Федерации (по состоянию на 2008–2009 гг.). Коллективы пяти из них выполняют в 2009–2011 гг. государственные контракты в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы».

1. «Химия элементоорганических и координационных соединений с редокс-активными лигандами – производными о-хинонов и их N-гетероаналогов» (руководитель – академик Г. А. Абакумов, ИМХ РАН).

2. «Нелинейные преобразования лазерного излучения» (руководитель – профессор В. И. Беспалов и профессор Г. И. Фрейдман, ИПФ РАН).

3. «Создание физических основ нанесения метастабильных многослойных и нанокластерных пленочных структур, исследование их свойств» (руководители – академик С.В. Гапонов и член-корреспондент РАН Н. Н. Салащенко, ИФМ РАН).

4. «Металлоорганические соединения как основа для получения новых материалов» (руководитель – член-корреспондент РАН Г. А. Домрачев, ИМХ РАН).

5. «Взаимодействие электромагнитного излучения с астрофизической и геофизической плазмой» (руководитель – академик В. В. Железняков, ИПФ РАН).

6. «Фундаментальные научные проблемы развития кремневой оптоэлектроники и освоения терагерцового диапазона с использованием полупроводниковых наноструктур» (руководитель – профессор З. Ф. Красильник, ИФМ РАН).

7. «Взаимодействие интенсивного электромагнитного излучения с плазмой» (руководитель – академик А. Г. Литвак, ИПФ РАН).

8. «Релятивистская высокочастотная электроника» (руководитель – профессор М. И. Петелин, ИПФ РАН).

9. «Фемтосекундная оптика, нелинейная динамика оптических систем и высокочувствительные оптические измерения» (руководитель – член-корреспондент РАН А. М. Сергеев, ИПФ РАН).

10. «Электродинамика неоднородных плазменных и плазмподобных сред» (руководители – д.ф.-м.н. А. И. Смирнов, ИПФ РАН, и д.ф.-м.н. В. В. Курин, ИФМ РАН).

11. «Квазиоптические методы в теории дифракции, распространения и нелинейного самовоздействия волн» (руководитель – академик В. И. Таланов, ИПФ РАН).

12. «Высокочистые вещества для моноизотопных и лазерных материалов. Получение и исследование свойств монокристаллического ^{29}Si , теллуридных стекол и алюмоиттриевой оксидной нанокерамики» (руководитель – академик М. Ф. Чурбанов, ИХВВ РАН).



Интеграция образования и науки, подготовка научных кадров

С целью ориентированной подготовки научных кадров институты ННЦ РАН и ННГУ реализуют несколько моделей интеграции образования и академической науки, которые положены в основу деятельности Объединенного учебно-научного центра ННГУ, включающего:

- 6 учебно-научных центров по направлениям исследований,
- базовый факультет ИПФ РАН (ВШОПФ – Высшая школа общей и прикладной физики),
- 4 базовые кафедры институтов РАН, в том числе 3 межфакультетские кафедры,
- базовые лаборатории институтов РАН на профильных факультетах,
- 12 филиалов кафедр в институтах РАН,
- центр коллективного пользования «Волновые и квантовые технологии».

Наиболее крупной научно-образовательной структурой, действующей непосредственно в ННЦ РАН, является Научно-образовательный комплекс ИПФ РАН (создан по постановлению Президиума РАН в 2000 г.), благодаря которому реализуется



многоуровневая система непрерывной подготовки научных кадров: школа (профильные классы физико-математического лицея) – ННГУ (базовый факультет ВШОПФ, базовая специальность и филиалы кафедр радиофизического факультета) – аспирантура ИПФ РАН – научно-образовательные центры по направлениям исследований ведущих научных центров, созданные в 2009 г. в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы»

(в ИПФ РАН государственную поддержку получили 4 таких НОЦ). Эффективность созданной системы подготовки кадров подтверждается их быстрым профессиональным ростом. За последние 10 лет молодые сотрудники ИПФ РАН получили 12 медалей РАН с премиями для молодых ученых по различным номинациям (физика и астрономия, физика атмосферы и океанология, научное приборостроение).

Большой интерес студентов вызывает открытая в ИФМ РАН (2004 г.) межфакультетская базовая кафедра ННГУ «Физика наноструктур и наноэлектроника», хорошо оснащенная самым современным оборудованием. В 2005 г. в ИХВВ РАН также открыта межфакультетская базовая кафедра по направлению «Химия высокочистых веществ».

Школы молодых ученых, регулярно проводимые институтами ННЦ РАН с участием ведущих российских ученых по профильным направлениям исследований, имеют также большое значение для быстрого профессионального роста научной молодежи. Участие в таких школах дает возможность молодым ученым, аспирантам и студентам старших курсов не только получить «из первых рук» информацию о последних научных достижениях, но и обсудить собственные задачи и результаты.

Широко известной в стране является всероссийская научная школа «Нелинейные волны», которая проводится ИПФ РАН с 1972 г. Тематика школы охватывает широкий круг колебательных и волновых явлений в самых различных средах и приложениях.



Успешный опыт ориентированной работы со школьниками – популярная в городе и области Летняя физико-математическая школа для старшеклассников, которую ИПФ РАН проводит уже более 20 лет.

Инновационная деятельность в ННЦ РАН

Наряду с фундаментальными исследованиями институты ННЦ РАН выполняют большой объем прикладных работ. Многие из этих работ носят инновационный характер и направлены на создание принципиально новых технологий, приборов, элементной базы, превосходящих не только российский, но и мировой уровень. Примерами подобных инноваций могут служить следующие разработки.

- Гиротронные микроволновые комплексы для обработки и модификации широкого класса диэлектрических, полупроводниковых и металлических порошковых материалов, в том числе наноматериалов (ИПФ РАН).



- Микроволновая технология плазмохимического газофазного осаждения алмазных пленок и дисков (ИПФ РАН).

- Измерительный гидроакустический комплекс «Нева-ИПФ», метрологически аттестованный и переданный на вооружение ВМФ России (ИПФ РАН).

- Методы и приборы оптической когерентной томографии и оптической когерентной микроскопии для визуализации структуры верхних слоев биологических тканей с разрешением субклеточного и клеточного уровня (ИПФ РАН).



- Новые тепло- и звукоизоляционные материалы на основе наполненных пенополиуретанов (совместная разработка ИМХ РАН, ООО НПП «Сфера М», РФЯЦ – ВНИИЭФ, ННГУ).

- Аппаратура для оптического бесконтактного контроля толщины и температуры на основе новых прецизионных методов интерферометрии низкокогерентного света. В настоящее время оптическая измерительная система эксплуатируется на большинстве ведущих российских предприятий по производству стекла (ИФМ РАН).



- Безотходная технология крупногабаритных профильных изделий из высококачественного поликристаллического селенида цинка для силовой оптики среднего ИК-диапазона, позволяющая получать образцы с коэффициентом объемного поглощения $(4-6) \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$ на длине волны 10,6 мкм и высокими механическими характеристиками. В настоящее время по этой технологии производится свыше 400 кг/год оптических изделий для отечественных и зарубежных заказчиков (ИХВВ РАН).

- Волоконные световоды из халькогенидного стекла с оптическими потерями до ~10 дБ/км в среднем ИК-диапазоне (совместная разработка ИХВВ РАН и НЦВО ИОФ РАН).

- Технология создания и образцы световодов из кварцевого стекла, легированного оксидами редкоземельных элементов, для мощных волоконных лазеров (ИХВВ РАН).

Разработки институтов ННЦ РАН защищены 37 патентами РФ.

Промышленная апробация большинства инновационных разработок и их коммерческая реализация осуществляются институтами ННЦ РАН в тесном взаимодействии с малыми наукоемкими предприятиями, создающими «инновационный пояс» ННЦ РАН.

Международное сотрудничество ННЦ РАН

Институты ННЦ РАН принимают участие в выполнении большого количества международных научных программ и проектов, среди которых такие крупные проекты, как «Международный термоядерный экспериментальный реактор (ITER)», «Лазерный интерферометр для гравитационных наблюдений (LIGO)», «Компактный линейный коллайдер» (CLIC), «Развитие инфраструктуры исследований экстремальных световых полей» (ELI), «Мощные лазеры для исследований в энергетике» (HIPER), Европейское научное объединение «Полупроводниковые источники и детекторы в области терагерцовых частот» (сетевой проект (GDR-E)).

В рамках межакадемических соглашений о безвалютном обмене ведется сотрудничество с академиями наук Австрии, Финляндии, Франции, Венгрии, Чехии, Болгарии, Греции. Двустороннее сотрудничество в рамках прямых связей осуществляется с широким кругом научных учреждений США, Великобритании, Германии, Японии, Швеции, Швейцарии, Финляндии, Италии, Франции, Канады, Кореи, а также Беларуси и Украины. Ряд проектов выполняется институтами ННЦ РАН в рамках научных программ ЕС и при поддержке международных научных фондов (МНТЦ, CRDF и др.).

Наиболее значимые результаты международного сотрудничества институтов ННЦ РАН

Гирезонансные СВЧ-приборы нового поколения. Впервые в мире разработан и создан двухчастотный гиротрон мегаваттного уровня мощности, обеспечивающий в импульсах длительностью 10 с выходную мощность 1 МВт на частоте 140 ГГц и 0,7 МВт на частоте 105 ГГц. Гиротрон используется в экспериментах на токамаке Asdex-U (ИПФ РАН совместно с Институтом физики плазмы Общества Макса Планка, Германия). Разработан комплекс ЭЦ-нагрева для установок УТС, состоящий из гиротрона с рабочей частотой 82 ГГц и многофункциональной линии передачи. Этот комплекс позволил получить разряды рекордной длительности (более 1 часа) на одной из крупнейших установок УТС – стеллараторе LHD (Япония).

Новые методы преобразования, управления и компрессии интенсивного микроволнового излучения. Разработан и использован ряд новых эффективных методов преобразования интенсивного микро-

волнового излучения в многомодовых электродинамических системах, разработаны новые элементы сопряжения, управления и измерений для таких систем, созданы линии передачи мощного СВЧ-излучения на различных комплексах УТС. Достигнуты рекордные параметры компрессии СВЧ-импульсов на частоте 11,4 ГГц: мощность сжатого импульса 70 МВт, длительность импульса 60 нс, коэффициент сжатия по мощности 8,5, КПД 60%. (ИПФ РАН совместно с НПП «Гиком», Университетом Фукуи, Япония; Европейским центром ЦЕРН; рядом институтов Германии; Военно-морской исследовательской лабораторией США).

Эталонный молекулярный спектр в мм-субмм диапазоне длин волн. В широком диапазоне частот – от 48 ГГц до 1,1 ТГц – измерены частоты переходов основного колебательного состояния молекулы сероокиси углерода ($^{16}\text{O}^{12}\text{C}^{32}\text{S}$), что позволило рассчитать вращательный спектр этой молекулы с точностью, в десятки раз превышающей точность предшествующих расчетов. Это позволяет использовать спектр OCS как калибровочный эталон для прецизионных измерений частот спектральных линий молекул в мм-субмм диапазоне длин волн для астрофизических, атмосферных и лабораторных исследований (ИПФ РАН совместно с Университетом г. Киль, Германия).

Объемный микроволновый нагрев порошковой наноструктурированной керамики из электропроводящих материалов. Экспериментально показана возможность создания плотной наноструктурной алюмооксидной керамики со средним размером зерна порядка 85 нм спеканием при микроволновом нагреве излучением (частота 30 ГГц) с контролируемой переменной скоростью нагрева, без приложения внешнего давления (ИПФ РАН совместно с Институтом импульсной техники и микроволновых технологий, г. Карлсруэ, Германия).

Теория генерации низкочастотных излучений в магнитосфере Земли, позволившая количественно объяснить параметры КНЧ-ОНЧ хоров, наблюдавшихся на спутниках Magion 5 и Cluster непосредственно в области их генерации (ИПФ РАН совместно с Полярным геофизическим институтом КНЦ РАН; Карловым университетом и Институтом физики атмосферы, Чехия; Университетом Айовы, США; Лабораторией окружающей среды, Франция).

Изолятор Фарадея с рекордными параметрами для детектора гравитационных волн, который рассчитан, изготовлен и установлен в двух интерферометрах международного проекта LIGO (лазерный детектор гравитационных волн). Изолятор Фарадея обеспечивает в условиях глубокого вакуума (10^{-9} Торр) степень изоляции 50 дБ при мощности оптического излучения 150 Вт. Установка изолятора Фарадея позволила полностью устранить влияние отраженного от интерферометра излучения на задающий генератор и достичь проектной чувствительности (ИФФ РАН совместно с Научной коллаборацией LIGO и Университетом Флориды, США).

Метод восстановления пространственного распределения концентрации водяного пара в мезосфере на высотах 50–90 км по данным измерений гидроксила и озона, основанный на использовании базовых динамических моделей атмосферных фотохимических систем (ИФФ РАН совместно с Институтом физики атмосферы Ростокского университета, Германия, в рамках международного проекта CHRISTA / MARHSI)).

Физическое моделирование спектров электрогазодинамической (ЭГД) турбулентности конвективного облака в слабоионизованной аэрозольной среде. Впервые реализовано лабораторное моделирование спектров ЭГД-турбулентности конвективного облака в слабоионизованной аэрозольной среде, что необходимо для изучения проблемы инициации молниевых разрядов. Установлена важная роль динамики канала молниевой вспышки в инициации высотных разрядов в мезосфере – спрайтов и гало (ИФФ РАН совместно с Университетом Флориды, США).

Концепция создания короткоимпульсного ($\tau \sim 100$ мкс) ЭЦР-источника многозарядных ионов радиоактивных изотопов инертных газов для европейского проекта исследований осцилляций нейтрино «Beta Beam» (ИФФ РАН совместно с Лабораторией субатомных и космологических исследований, Франция).

Физические и численные модели катастрофических явлений в океане. Создан вычислительный комплекс расчета характеристик волн цунами, рекомендованный ЮНЕСКО для использования в создаваемой системе предупреждения цунами в Индийском океане. Исследованы физические механизмы формирования «волн-убийц» на поверхности океана, на основе анализа наблюдаемых натуральных данных выполнена численная реконструкция возникновения таких волн в реальных акваториях. Установлены физические механизмы трансформации нелинейных внутренних волн в прибрежной зоне океана и формирования anomalously больших внутренних волн, на этой основе интерпретированы данные натуральных наблюдений солитонов интенсивных внутренних волн на шельфе в различных районах Мирового океана (ИФФ РАН совместно с Университетом Среднего Востока, Турция; Институтом неравновесных физических явлений, Марсель, Франция; Университетом Лафборо, Англия).

Механизмы поддержания прозрачности хрусталика глаза при воздействии ультрафиолетового излучения. Исследовано влияние некоторых короткоцепочечных пептидов на скорость индуцированной ультрафиолетом агрегации основных белков хрусталика глаза (бета-, альфа- и гамма-кристаллинов), определена комбинация пептидов, которая приводит к большему замедлению скорости агрегации белков (до двух раз), чем каждый из этих пептидов по отдельности. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы при создании нового антикатарактального препарата (ИФФ РАН совместно с Нижегородским НИИ эпидемиологии и микробиологии, Национальным институтом глаза Национального института здоровья США, Институтом биохимической физики РАН).

Прототипы уникальных микростриповых структур для детекторов тепловых нейтронов. Разработан плазменный процесс прямого получения изотопно чистого кремния из тетрафторида кремния (ИФМ РАН совместно с Институтом Хана Мейнера, Берлин, Германия; Институтом инжиниринга поверхности и тонких пленок Общества Фраунгофера, Брауншвейг, Германия; Национальным институтом физики материалов, Перуджа, Италия; фирмой VITCON, Йена, Германия; Институтом роста кристаллов, Берлин, Германия).

Новый тип светоизлучающего диода на основе эпитаксиально-го Si:Er с неоднородным легированием области пространственного заряда, позволившим пространственно разнести в диоде туннельную генерацию носителей заряда и ударное возбуждение ионов эрбия. Предложены диоды со встроенным Si:Er-слоем для элементов электрооптической памяти. Экспериментально обнаружено существенное влияние одноосной деформации кремния на характеристики терагерцового стимулированного излучения мелких доноров при их оптическом возбуждении, что проявляется в переключении длины волны рабочих переходов, в значительном уменьшении пороговой интенсивности накачки и значительном (в 10–100 раз) увеличении эффективности излучения (ИФМ РАН совместно с Немецким аэрокосмическим центром, Институтом планетарных исследований Университета г. Линц, Австрия).

Теория эффектов размерного квантования в спектрах квази-частиц в мезоскопических сверхпроводниках. Развита теория когерентного электронного транспорта вдоль андреевских проводов (вихревых линий в сверхпроводнике или нормальных каналов в сверхпроводящей матрице). Теоретически показана возможность скачков магнитного потока в сверхпроводящих кольцах с величиной, много больше кванта магнитного потока. Показано, что в гибридных системах сверхпроводник / ферромагнетик возможно формирование сверхпроводящих каналов и появление особенностей на зависимости $T_c(H)$ – возвратной сверхпроводимости и осцилляций критической температуры (ИФМ РАН совместно с Лабораторией низких температур, Финляндия; Аргонской национальной лабораторией, США; Университетом Антверпена, Бельгия; Университетом Лювена, Бельгия; Университетом Бордо 1, Франция; исследовательскими центрами в Карлсруэ и Юлихе, Германия).

Воздействие магнитного поля ферромагнитных наночастиц на проводимость магнитного полупроводника GaAsMn. Показана возможность управления транспортными свойствами магнитного полупроводника путем управления полями рассеяния наномангнитов (ИФМ РАН совместно с Корейским институтом науки и технологии, Сеул).

Моноизотопный кремний. Впервые получены и исследованы высокочистые моноизотопные разновидности кремния: ^{28}Si , ^{29}Si , ^{30}Si . В рамках международного проекта «АВОГАДРО» получен рекордный образец моноизотопного кремния-28 массой более 5,9 кг с содержанием основного изотопа $99,99382 \pm 0,00240\%$, примесей углерода и кислорода $3,7 \cdot 10^{15}$ и $6,1 \cdot 10^{15}$ ат/см³ соответственно. Из полученного поликристалла выращен монокристалл ^{28}Si и изготовлены эталонные сферы для прецизионного измерения постоянной Авогадро с повышением точности более чем на порядок (ИХВВ РАН совместно с Институтом роста кристаллов, Физико-техническим государственным институтом, фирмой VITCON, Институтом исследования твердых тел Общества Макса Планка, Германия; Институтом стандартных материалов и измерений, Бельгия; Университетом Симона Фрэзера, Канада; Университетом Кейо, Япония; Калифорнийским университетом и Лоуренсовской национальной лабораторией, США).

Брэгговские световоды из высокочистого кварцевого стекла (ИХВВ РАН совместно с НЦВО ИОФ РАН и Университетом и Научно-исследовательским институтом оптической связи г. Лимож, Франция).

Халькогенидные и фторидные стекла и световоды (ИХВВ РАН совместно с НЦВО ИОФ РАН и Лабораторией стекла и керамики Университета г. Ренн, Франция).

Новые катализаторы энантиоселективной реакции гидроаминирования-циклизации, позволяющие вводить гетероциклический фрагмент в органические молекулы и получать в энантиомерно-чистой форме биологически активные соединения, которые могут быть использованы в фармацевтической химии и медицине (ИМХ РАН совместно с Университетом Южного Парижа, Франция).

Синтез органических производных металлов. Синтезированы и охарактеризованы аценафтен-1,2-дииминные производные Ga и Zn с прямой связью металл-металл (Zn-Zn, Zn-Ga и Ga-Ga). Органические производные металлов в нетривиальных состояниях окисления обладают отличительной реакционной способностью, что делает их уникальными реагентами органического и неорганического синтеза (ИМХ РАН совместно с Техническим университетом Берлина, Германия).