



Нижегородский ПОТЕНЦИАЛ

№ 1 (13), 2014 г.

ВЕСТНИК НИЖЕГОРОДСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

В НОМЕРЕ:

стр. 4

**Конференции,
симпозиумы**



стр. 5

Формула успеха
разговор с А.А. Жаровым



стр. 13

Инновации науки
С.А. Чесноков, Н.Е. Никитина



стр. 15

Горизонты науки



Отчет Нижегородского научного центра РАН о научно-организационной деятельности в 2013 году

ФГБУН Нижегородский научный центр (ННЦ) РАН (www.nncras.ru) образован по решению Общего собрания РАН в 2008 г. В состав Центра входят 5 учреждений РАН, находящиеся на территории Нижегородской области – **Институт прикладной физики (ИПФ)**, **Институт физики микроструктур (ИФМ)**, **Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Десятых (ИХВВ)**, **Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева (ИМХ)** и **Институт проблем машиностроения (ИПМ)**.

По состоянию на 31.12.2013 г. общая списочная численность сотрудников в институтах ННЦ РАН составляла **1811** чел. (суммарная нормативная численность 1364 чел.), из них научных сотрудников – **808** чел., среди которых **7** действительных членов и **13** членов-корреспондентов РАН, **142** доктора и **396** кандидатов наук. Общее количество членов РАН, принимающих участие в работе ННЦ РАН – **10** академиков и **17** членов-корреспондентов, с учетом членов РАН, работающих в Российском федеральном ядерном центре – ВНИИЭФ, ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова и нижегородских вузах – ННГУ им. Н.И. Лобачевского и НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Основные направления деятельности ННЦ РАН – координация исследований и развитие новых междисциплинарных направлений работ на базе институтов РАН в сотрудничестве с ведущими вузами региона, развитие инфраструктуры науки в регионе; проблемно-ориентированное взаимодействие с промышленными предприятиями региона, научно-просветительская деятельность, решение социальных проблем сотрудников РАН, включая строительство жилья для молодых ученых.

В 2013 г. состоялись одно заседание общего собрания, с обсуждением итогов работы в 2012 г., состояния работ по подготовке научных кадров и продвижению инновационных разработок в институтах ННЦ (<http://www.nncras.ru/news64.html>) и два заседания Президиума ННЦ РАН, посвященных научно-организационным вопросам.

В 2013 г. в ННЦ РАН продолжались **совместные исследования с Верхне-Волжским управлением Росгидромета** в рамках подписанного ранее соглашения о сотрудничестве. Непосредственно в ННЦ РАН в сотрудничестве с ИПФ РАН выполнялись исследования в области физики атмосферы и атмосферного электричества при поддержке Правительства Нижегородской области и РФФИ (2 проекта).

Значительное внимание ННЦ РАН уделяет вопросам продвижения инновационных разработок институтов РАН, прежде всего на региональном уровне. С этой целью создана и постоянно развивается **информационная база научно-технологических компетенций институтов ННЦ РАН** (www.nncras.ru/competeshion.html) как инструмент установления связей с промышленными предприятиями и отраслевыми НИИ региона. Правительство Нижегородской области (министерство промышленности и инноваций) также использует эту базу для развития своей деятельности по внедрению наукоемких разработок и технологий. В базе ННЦ РАН представлены более 30 компетенций по таким актуальным направлениям прикладных исследований, как синтез новых материалов, технологии обработки и диагностики материалов, биомедицинские технологии, методы и средства неразрушающего контроля, ресурсосбережение, экология и мониторинг окружающей среды.

По приглашению Правительства Нижегородской области ННЦ РАН принял активное участие в ряде научно-промышленных форумов и выставок на территории страны и за рубежом. Среди наиболее крупных – 24-я международная выставка изобретений, инноваций и технологий "ITEX'13" (г. Куала-Лампур, Малайзия, май 2013 г.) и 9-я международная ярмарка изобретений "SIIF 2013" (г. Сеул, Южная Корея, декабрь 2013 г.). **Несколько передовых разработок инсти-**

тутов ННЦ РАН были удостоены высоких наград: проект "Многоволновые компактные лазерные системы для косметологии" (ИХВВ РАН, ООО "Интеллектуальные системы НН") – золотой медали, проект "Диффузионный оптический томограф для медицинской диагностики" (ИПФ РАН) – серебряной медали выставки "ITEX'13", проект "Высокоскоростной способ осаждения алмазных пленок из газовой фазы в плазме СВЧ-разряда" (ИПФ РАН) – золотой медали ярмарки "SIIF 2013".

В 2013 г. была продолжена **международная научно-организационная деятельность ННЦ РАН** в целях координации совместных планов исследований нижегородских ученых с зарубежными партнерскими организациями. Совместно с министерством образования Нижегородской области ННЦ РАН провел российско-германскую конференцию "Стратегия управления партнерствами: наука – образование – бизнес". Конференция была посвящена обсуждению опыта взаимодействия между исследовательскими группами, промышленными предприятиями и учреждениями профессионального образования в России и Германии по созданию и развитию регионального "инновационного пространства", в котором институты государства, науки, образования и бизнеса работают совместно. В конференции приняли участие представители ведущих технологических платформ Германии в области наноиндустрии, биотехнологий и лесного сектора, специалисты и руководители российских вузов, научно-исследовательских институтов, промышленных предприятий, малых инновационных фирм.

В апреле 2013 г. ННЦ РАН принял участие в организации и проведении **Межрегиональной научной конференции "Проблемы Чебоксарского водохранилища"** (совместно с Общественной палатой Нижегородской области, Нижегородским государственным университетом им. Н.И. Лобачевского и Нижегородской региональной организацией Профсоюза работников РАН). В конференции приняли участие более ста специалистов научно-исследовательских организаций РАН, Росгидромета, университетов страны, представители законодательной и исполнительной власти Нижегородской области, Республики Марий Эл, Чувашской Республики. Основное внимание на конференции было уделено научным проблемам, связанным с гидрологией и экологией речных водохранилищ, прежде всего проблемам эксплуатации Чебоксарского водохранилища, а также анализу последствий дальнейшего повышения его уровня до проектной отметки для экосистемы реки Волги и субъектов Российской Федерации, расположенных в Волжском бассейне. Принятое по итогам работы конференции решение (www.nncras.ru/news_img/Resh_Chebo_2013.doc) было направлено в органы законодательной и исполнительной власти страны и регионов.

В 2013 г. под эгидой ННЦ РАН продолжил свою деятельность **Нижегородский научно-просветительский центр "Знание – НН"** (www.znanienn.ru). На базе НГТУ организован новый научно-популярный лекторий "Открытая наука", в рамках которого свои лекции для студентов и преподавателей представили ведущие нижегородские ученые по самым разным областям знания. Были продолжены также организованные ранее программы общегородского цикла "Лекции ученых мира" и лектория в Нижегородской областной научной библиотеке. В общей сложности проведено 18 лекций, ориентированных на различные аудитории слушателей.

Тематика и финансирование научных исследований

В течение 2013 г. в институтах ННЦ РАН выполнены 785 НИР и ОКР по бюджету и программам фундаментальных исследований

РАН, федеральным целевым программам, конкурсным программам российских и зарубежных научных фондов, контрактам с российскими и зарубежными заказчиками, ведомственным и региональным научно-техническим программам. Общий годовой объем финансирования всех выполненных работ в институтах ННЦ РАН составил **1903 млн. руб.** (рост от уровня 2012 года составил 5 %).

По программам фундаментальных исследований РАН (Президиума и профильных отделений) выполнялись 163 НИР. Среди программ Президиума РАН, в которых институты ННЦ РАН принимали наиболее значительное участие – программы "Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов", "Экстремальные световые поля и их приложения", "Фундаментальные проблемы физики высокотемпературной плазмы с магнитной термоизоляцией", "Проблемы импульсной сильноточной электроники", "Фундаментальные проблемы нелинейной динамики", "Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов", тематика которых непосредственно связана с профильной тематикой институтов ННЦ РАН. Суммарный объем бюджетного финансирования работ составил в 2013 году **678,3 млн. руб.** (36 % от общего объема), в том числе, по программам Президиума и отделений РАН – **102,5 млн. руб.**

По федеральным целевым программам в институтах ННЦ РАН выполнены 78 НИР и ОКР, главным образом по ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России", ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России". Суммарный объем финансирования этих работ, а также работ по федеральной программе государственной поддержки молодых ученых и ведущих научных школ (по грантам Президента РФ) составил **170,0 млн. руб.** (9 % от общего объема).

По грантам РФФИ (включая международные и региональные проекты) в институтах ННЦ РАН выполнены 315 проектов с суммарным объемом финансирования **175,3 млн. руб.** (9 % от общего объема).

По контрактам и договорам с российскими и зарубежными заказчиками объем выполненных работ составил **883,0 млн. руб.** (46 % от общего объема). Основной их объем (782,0 млн. руб.) выполнен в ИПФ РАН, который ведет крупные работы по заказам предприятий госкорпорации "Росатом", отраслевых НИИ и КБ.

Инновационные разработки

Выполнение институтами ННЦ РАН значительного числа проблемно-ориентированных исследований сопровождается инновационными разработками, направленными на создание новых наукоемких технологий, приборов, элементной базы и материалов. Примерами передовых инновационных разработок, завершённых в 2013 г. и не имеющих отечественных аналогов, могут служить:

- пикосекундный Nd:YAG-лазер с качеством излучения, близким к дифракционному пределу и работающий в безопасном для глаз диапазоне, для решения задач точной дальнометрии и дистанционного зондирования (ИПФ РАН);

- комплекс диагностических методов и аппаратуры для экспериментов по газодинамическому термоядерному синтезу (ИПФ РАН совместно с РФЯЦ – ВНИИЭФ);

- технологически-измерительный комплекс изготовления и сертификации суперполированных поверхностей оптических элементов, обеспечивающий получение поверхностей с эффективной среднеквадратичной шероховатостью до 0,4 нм в диапазоне пространственных частот 10^{-3} – 10^2 мкм⁻¹, позволяющий создавать оптику нормального падения дифракционного качества с коротковолновой границей 13 нм (ИФМ РАН совместно с ФИ РАН);

- метод получения крупногабаритных (размером не менее 1200×300×25 мм) пластин из высококачественного поликристаллического селенида цинка, необходимых в качестве оптических элементов для создания излучающих и приемных устройств в ИК-диапазоне (ИХВВ РАН);

- метод получения и последующего компактирования высококачественных порошков алюмомагнетитовой шпинели, позволивший получить прозрачные образцы оптической керамики с пропусканием более 70 % в среднем ИК-диапазоне (ИХВВ РАН);

- МOCVD-технологии получения наноструктурированного материала на основе многостенных углеродных нанотрубок, поверхность которых декорирована наночастицами рения и меди (ИМХ РАН);

- неразрушающий метод оценки остаточных напряжений в стальных конструкциях, основанный на совместном использовании ультразвуковой и магнитной диагностики (ИПМ РАН).

В 2013 г. институтами ННЦ РАН получено **25** охранных документов РФ на изобретения и полезные модели, **13** положительных решений о выдаче патента РФ по заявкам на изобретения и полезные модели, подано **19** заявок на патенты РФ. **В настоящее время в институтах ННЦ РАН действуют 125 российских и 8 зарубежных патентов.**

Взаимодействие с вузами и подготовка кадров

В целях ориентированной подготовки научных кадров в институтах ННЦ РАН и на факультетах ННГУ им. Н.И. Лобачевского реализуются различные модели интеграции академической науки и высшего образования: учебно-научные центры по направлениям исследований, базовый факультет (Высшая школа общей и прикладной физики ННГУ), базовые кафедры институтов РАН, в том числе 3 межфакультетские кафедры, базовые лаборатории институтов РАН на ряде факультетов (радиофизическом, физическом и химическом) и НИИ химии при ННГУ, 12 филиалов кафедр этих факультетов в институтах РАН.

Результативность работы институтов ННЦ РАН по подготовке научных кадров подтверждается количеством научных премий и грантов, получаемых молодыми учеными. В 2013 г. стипендию Президента РФ для молодых ученых получали **28** человек, гранты Президента РФ для молодых кандидатов наук – **12** человек.

При институтах ННЦ РАН в 2013 г. работали 4 диссертационных совета по защите докторских и кандидатских диссертаций. В очной аспирантуре институтов ННЦ РАН проходили обучение **83** аспиранта; в течение года защищены **48** кандидатских и **4** докторские диссертации.

Издательская деятельность

ННЦ РАН не осуществляет самостоятельной издательской деятельности, за исключением ежеквартальных выпусков научно-информационного издания "Нижегородский потенциал" (www.nncras.ru/vestnik.html). Регулярная деятельность по изданию сборников научных трудов, монографий и других материалов осуществляется непосредственно в институтах ННЦ РАН.

Награды и премии

В 2013 г. сотрудники институтов ННЦ РАН были награждены научными премиями, персональными грантами различных фондов поддержки ученых. Наиболее значительные награды – **премия Правительства РФ** сотрудникам ИПФ РАН Е.В. Катину, В.В. Ложкареву, А.К. Потемкину, А.А. Шайкину, А.М. Сергееву, Е.А.Хазанову за работу "Разработка и внедрение лазерных комплексов петаваттной мощности на основе параметрического усиления света", **медали РАН с премией для молодых ученых** сотрудникам ИПФ РАН С.Б. Бодрову, И.Е. Илякову, Д.А. Фадееву за работу "Разработка эффективных методов генерации и детектирования короткоимпульсного терагерцового излучения и их практическое приложение".

Главный ученый секретарь президиума ННЦ РАН
А.И. Малеханов

XVIII международный симпозиум "Наноп физика и наноэлектроника"

Один из самых крупных российских форумов в области физики конденсированных сред и физики низкоразмерных структур в семнадцатый раз собирал ведущих российских и зарубежных специалистов, научную молодежь, чтобы обсудить последние достижения, обменяться опытом, наметить новые рубежи исследований и просто пообщаться в неформальной обстановке. Традиционно симпозиум проходит в санаторно-курортной зоне Нижегородской области на берегу реки Волги. Так было и в этом году. Симпозиум проходил 10–14 марта на базе санатория "Автомобилист", организаторами выступили Институт физики микроструктур РАН совместно с Нижегородским государственным университетом им. Н.И. Лобачевского при поддержке Российской академии наук, Российского фонда фундаментальных исследований, Фонда некоммерческих программ "Династия" и ряда ведущих отечественных компаний (свыше 15), производящих высокотехнологическое научное оборудование.

Формат программы симпозиума остается неизменным, работа идет по пяти научным направлениям: полупроводниковые наноструктуры, сверхпроводящие наносистемы, магнитные наноструктуры зондовая микроскопия и рентгеновская оптика. Общее число докладов превысило число 400. Из них пленарных – 8, приглашенных – 63,

устных – 119 и более 200 докладов были стендовые. География участников охватывает большинство успешно работающих в этом направлении исследовательских групп в России. В симпозиуме также принимали участие зарубежные ученые из 13 стран (Белоруссия, Бельгия, Бразилия, Германия, Португалия, Франция, Швеция, Япония).

"Мы одна из немногих конференций, – пояснил сопредседатель симпозиума и директор ИФМ РАН профессор З.Ф. Красильник, – которая проводит заседания одновременно трех секций. Около ста устных докладов было заслушано за пять дней. Составить такое расписание

позволяет компактное проживание участников в одном месте, и удлинённый рабочий день". Отдельно нужно сказать про стендовые доклады, которые всегда проходят при большом скоплении участников. В практике наших симпозиумов заявленные доклады срываются редко. Было ожидание проблем в этом году, связанных с идущей реформой РАН, но отдаем должное нашим участникам, программа симпозиума выполнена практически полностью".

Другим важным аспектом привлекательности симпозиума, и это отмечают его участники, является широта тематики. "У людей помимо их основных профессиональных интересов, – добавил З.Ф. Красильник, – есть возможность удовлетворить свое любопытство в смежных направлениях, перейдя из одного зала заседаний в

другой. Мы ежегодно приглашаем с пленарными докладами некое количество ученых, которые излагают состояние актуальнейших проблем и вовсе не в смежных разделах физики, но интересных аудитории. И этот год не был исключением. Состоялись доклады академика В.А. Рубакова (ИЯИ РАН) "Открытие бозона Хиггса на Большом адронном коллайдере" и А.И. Франка (ОИЯИ) "Оптический эффект ускоряющегося вещества и длинноволновые нейтроны". Очень интересная проблема была препарирована в докладе А.М. Фейгина (ИПФ РАН) "Эмпирическая реконструкция сложных систем: общий подход и приложение к моделированию климата", в котором на примере прогнозирования климата автор показал возможные подходы к решению физических задач, отличающиеся большими массивами данных, с одной стороны, и их неполнотой, с другой стороны. Несомненно, запомнился и доклад И.А. Гарифуллина (КФТИ КазНЦ РАН) "Сверхпроводящий спиновый клапан и триплетная сверхпроводимость", в котором профессор из Казани буквально по полочкам разложил тему сверхпроводящих вентилялей. Отдельную сессию внутри симпозиума провел Российский квантовый центр, с пленарным докладом здесь выступил Г.В. Шляпников (Universite Paris Sud) "Многочастичные явления в квантовых газах в беспорядке".

"Было бы не лишним отметить, – продолжил свой комментарий З.Ф. Красильник, – что симпозиум стал неотъемлемой частью научной жизни многих его участников, в том числе благодаря его высокому научному уровню. Людям стало профессионально важно принимать участие в этом симпозиуме. В течение 18 лет естественным образом происходила смена поколений. Год от года мы наблюдаем, как "взрослеют" новые лидеры и их лидерство отмечается не только в рамках симпозиума. Очень сильная молодежь участвует из ИФТТ РАН, ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, ИФП СО РАН, МГУ, ННГУ им. Н.И. Лобачевского и других мест. Треть докладов на этом симпозиуме была представлена молодыми учеными. Привлечение молодых ученых к участию в симпозиуме не случайно, это результат целенаправленной деятельности программного комитета. По признанию ученого секретаря симпозиума д.ф.м.н. А.Л. Панкратова, "для молодежи на симпозиум выделяются места, облегчается финансовое бремя, что делает привлекательным участие в нем молодых ученых даже из Сибири и Дальнего Востока. Наша молодежь очень хорошо разбирается и ориентируется во многих новых направлениях науки, поэтому нередко выходит с собственной инициативой приглашения на симпозиум того или иного ученого".

О роли симпозиума в становлении научной молодежи с "Нижегородским потенциалом" поделился и ученый секретарь ИФМ РАН к.ф.м.н. Д.А. Рыжов (он еще совсем недавно сам относился к категории "молодой ученый"): "Для многих участие в работе симпозиума можно сравнить с первым балом Наташи Ростовской, потому что это первый выход в большой научный свет. Одно дело – выступать с докладом перед сокурсниками или перед коллегами из своей лаборатории: даже если допустишь "ляп", свои все равно простят. Другое





дело – докладывать очень авторитетной аудитории, стремясь к тому, чтобы в тебе признали коллегу. Экзаменом, конечно, это не назовешь, но профессиональный отбор проходишь, потому что оценивается все сразу – и ты сам, и твоя задача, и твои знания. Молодежь не просто стремится попасть в программу симпозиума, а проходит через конкурсный отбор".

На вопрос, отличается ли нынешнее поколение молодых ученых от поколения предыдущего, Денис Андреевич заметил: "На мой взгляд, сегодня наука становится более прагматичной, то есть на первый план выходит – что полезного можно сделать из того, что исследуется уже сегодня. Молодежь стала над этим больше задумываться, чем мы когда-то. Я бы даже сказал, что произошел поворот

науки в сторону инженерии. Хотя романтический флер в науке все равно остался, и держится он на любознательности ученого, независимо от его возраста. Каждый расставляет свои приоритеты, выбирая научное направление согласно личным интересам, призванию. Кому-то хочется "плазму позапустить, чтобы бабахало", кому-то интересно узнать, что внутри вещества".

В последние годы заметно снизился средний возраст участников и почти "затянулся" возрастной провал в категории 40–50-летних участников. В 2014 году в графике распределения участников по возрастам пик пришелся на 26–28 лет. И это следствие многолетней "молодежной политики" организаторов симпозиума.

И. Тихонова

ФОРМУЛА УСПЕХА

Сегодняшний наш собеседник в этой традиционной рубрике – ведущий научный сотрудник Института физики микроструктур РАН доктор физико-математических наук Александр Александрович Жаров.

"Скучно заниматься только одной тематикой"

– **Александр Александрович, расскажите о себе!**

– Родился в 1953 году в Горьком в семье инженера (по отцовской линии многие были инженерами). Отец, Александр Петрович, прослужил всю Отечественную войну на Черноморском флоте, а затем, окончив Водный институт, стал специалистом по судовым двигателям внутреннего сгорания. Преподавал в Речном училище, автор нескольких специальных книг. А мама, Светлана Александровна, была врачом-окулистом. Интересно, что по материнской линии у нас в роду было много врачей, часть из которых вышла из семьи священника, моего прадеда Василия Голубинского. В последние годы жизни прадед был настоятелем Спасо-Преображенской церкви в слободе Старые Печеры. Церковь эта действующая, расположена на берегу Волги. Домик, в котором жил прадед с семьей, стоял рядом с церковью, и если его и сломали, то сравнительно недавно, 10–15 лет тому назад.



Отец хотел, чтобы я связал свою жизнь с водным транспортом (хотя и не очень настаивал на этом), а я увлекался авиацией и в детстве мечтал быть пилотом, но не военным, а гражданским или, как сейчас сказали бы, коммерческим. Детское увлечение авиацией сохранилось до сих пор.

Учился я сначала в школе-восьмилетке №151. Несмотря на то что публика училась в ней самая разношерстная (от высококовской шпаны до хороших ребят), уровень образования там был вполне достойный, поскольку многие из школьников (в числе которых был и я) после ее окончания успешно проходили собеседование в сороковую школу. Сравнить, конечно, эти две школы нельзя, но и свою первую школу я вспоминаю с благодарностью. Учиться же в сороковой школе было гораздо интересней, и класс, в который я попал, был совершенно удивительный – очень сильный и очень дружный. Мы до сих пор ста-

раемся поддерживать отношения и изредка (реже, чем хотелось бы) встречаемся.

А после школы, в 1970 году, я поступил на радиофизический факультет нашего университета.

– **Это уже было predeterminedено школьным образованием или все же личный выбор?**

– До некоторой степени это было predeterminedено, поскольку школа сыграла значительную роль в формировании моего мироощущения, да и физика мне очень нравилась. Наша учительница по физике Елена Ивановна Тихонова была очень строгая, сумела привить нам любовь к предмету, главное, она учила думать. Каждый раз, ставя нам какие-то задачи, она подчеркивала, что в любом месте физической науки есть что-то неизведанное. Это усиливало интерес к предмету. Для себя я вынес из ее уроков эстетическое удовольствие от изящества и красоты физических законов и удивительное ощущение, что все загадки природы "лежат на поверхности", стоит только копнуть. Тут я оказался не совсем прав. Соревновательный и творческий дух сороковой школы той поры, как мне кажется, создавал ее основатель и тогдашний директор Вениамин Яковлевич Векслер.

Отец же, не теряя надежды на то, что я все-таки свяжу свою жизнь с водным транспортом, отвел меня к своему знакомому – известному в то время нижегородскому ученому, профессору Водного института Михаилу Ивановичу Волскому, чтобы тот поговорил со мной о выборе профессии, больше всего надеясь при этом, что он сумеет меня убедить стать водником. Михаил Иванович заведовал кафедрой сопротивления материалов, и мы застали его за проведением испытаний по определению прочности человеческих костей для каких-то медицинских целей. Как он сказал тогда: "Противно кости рвать, но надо". Когда он узнал, куда я хочу поступать, то вместо того чтобы отговаривать, выразил удовлетворение: "Радиофак – это здорово! Там плазма, лазеры (причем, он именно так произнес, через "ё"). Нет, это очень интересно". Это "напутствие" стало для меня дополнительным стимулом, а папа смирился (хотя, как я уже говорил, он и не очень настаивал).



Некоторые из моих одноклассников по окончании школы поступали (и поступили!) в МФТИ, и даже был такой курьезный случай, когда один мой одноклассник Саша Иванов, очень талантливый и неординарный парень, в МФТИ поступил просто на спор (спорили на "поллитру"). Было это так. В ведущие московские вузы приемные экзамены проводились в июле. Вот он и поехал в Москву сдавать документы, но, как оказалось, забыл медицинскую справку. А до окончания подачи документов оставался один день. Тогда Саша сел на такси, съездил туда и обратно за этой справкой (он жил в Кстово) и успел подать документы! Затем успешно сдал экзамены и поступил в МФТИ на факультет теоретической физики, на который был самый высокий конкурс. Выиграв спор, забрал документы из МФТИ, получил свою заслуженную поллитровину и "спокойно" поступил на наш радиофак.

– Чем запомнилась студенческая жизнь?

– Студенческая жизнь запомнилась многим. Тут и кропотливые занятия в семестрах, и мучительно преодолеваемые сессии, и блестящая плеяда профессоров, преподавателей, таких как Александр Аронович Розенблюм (дифференциальные уравнения), Владимир Борисович Гильденбург и Игорь Григорьевич Кондратьев (электродинамика и спецкурсы), Шулим Ефимович Цимринг (электроника), Николай Сергеевич Степанов (общая физика), Марк Соломонович Ковнер (гидродинамика, теория атомного ядра) и многих других. Запомнилась также походами с друзьями в ресторан после сессий (откуда выходили довольно "тепленькими"), походы на природу с девушками с биофака, спортивными соревнованиями, поездками "на картошку", военными лагерями, новыми друзьями и т. д. Воспоминания о студенческой жизни почему-то навеяли мне забавный, но уже "постстуденческий" эпизод. Однажды (лет двадцать назад) мы с моим другом Аликом Резником решили отметить еврейскую пасху. Но прежде чем отмечать, Алик предложил зайти в синагогу, чтобы получить к празднику мацу. Это было мое первое (и последнее) посещение синагоги. Там я встретил своего одноклассника по университету (мы также вместе учились в сороковой школе в параллельных классах) Илью Бубиса, сейчас он известный нижегородский фотограф. Увидев меня, Илья воскликнул: "Шура, это ты? Я был готов встретить здесь кого угодно, но только не тебя!"

– Когда же начались "плазма и лазеры"?

– Физикой плазмы заниматься мне очень хотелось. Слово "плазма" звучало для меня загадочно. Кроме того, тогда в этой науке было популярным такое глобальное направление, как управляемый термоядерный синтез. Спецкурс по плазме в университете вел у нас Владимир Борисович Гильденбург. Когда на третьем курсе начались курсовые работы, я пришел на кафедру электродинамики к Игорю Григорьевичу Кондратьеву, зная, что он занимается теорией распространения волн в плазме, и попросил задание для курсовой работы. После тщательного выяснения моей успеваемости (электродинамику я сдал ему на "отлично", что, надо сказать, было не очень просто сделать) Игорь Григорьевич согласился быть моим научным руководителем. Курсовая работа переросла в дипломную, а дипломная в дальнейшем в кандидатскую диссертацию. И по сей день мы с Игорем Григорьевичем сохраняем самые теплые отношения.

По окончании университета меня принял научным сотрудником в НИРФИ, в отдел Михаила Адольфовича Миллера, а он, в свою очередь, привел меня в лабораторию Юрия Яковлевича Бродского, где уже были получены интересные результаты по полному поглощению микроволнового излучения в неоднородной плазме. Исследованиями

в этом направлении я и занялся – они были тесно связаны с моими теоретическими изысканиями в дипломной работе. Был опубликован цикл работ, ставший основой моей кандидатской диссертации "Согласованное поглощение электромагнитных волн в неоднородной плазме".

Резонансным поглощением в НИРФИ еще раньше занимался Николай Григорьевич Денисов. Им была выполнена пионерская работа, а затем и опубликована в 1956 году статья "Об одной особенности поля электромагнитной волны, распространяющейся в неоднородной плазме", в которой было показано, что поглощение электромагнитной энергии в области плазменного резонанса всегда конечно и не зависит от конкретного механизма диссипации. Денисов также провел расчеты потерь в плазменном слое с линейным распределением концентрации и установил, что, пока масштаб концентрации плазмы достаточно большой по сравнению с длиной волны, пик потерь при определенном угле падения луча всегда будет один и тот же, а именно 50 %. Позже Ю.Я. Бродский со своими коллегами экспериментально доказали, а мы с И.Г. Кондратьевым и М.А. Миллером теоретически обосновали тот факт, что если слой плазмы отличается от линейного, то поглощение может быть полным.

– По какому принципу вы выбирали направления своих исследований?

– Да никакого особого принципа не было. Я просто старался, насколько возможно, следовать наиболее актуальным на соответствующий момент времени темам (их называют еще "hot topics") в тех областях, в которых я был в состоянии разобраться. В результате появились циклы работ по нелинейному поглощению интенсивного излучения в плазме, по генерации в плазме квазистационарных магнитных полей под действием высокочастотного поля, по нелинейной теории поверхностных волн, по взаимодействию микроволнового излучения с пленками высокотемпературных сверхпроводников, по возбуждению блоховских колебаний в квантовых полупроводниковых сверхрешетках, по теории оптических пространственных солитонов, по электродинамике метаматериалов, по плазмоне и др. К середине девяностых годов также накопилось и достаточно большое количество статей, часть из них (штук 25–30), объединенных общей физической трактовкой разных явлений, я отобрал, и они составили содержание моей докторской диссертации "Резонансное взаимодействие электромагнитного излучения с квазилокализованными модами неоднородных нелинейных сред". Надо признать, что за написание докторской диссертации я сел не без дружеского нажима со стороны И.Г. Кондратьева.

– Это пионерские исследования?

– Я даже не знаю, как ответить на этот вопрос... Наверное, и да и нет. Что называть "пионерскими исследованиями"? Если мои работы сравнивать, скажем, с открытием позитрона или формулировкой квантовой механики, то, разумеется, нет. В тех же областях физики, где работают и другие исследователи, наверное, да, поскольку, на мой взгляд, бессмысленно писать работы по проблемам, ответ на которые, так или иначе, уже известен.

– Если коснуться защиты диссертации тогда и сейчас, есть какие-то различия?

– Я считаю, что надо обязательно сказать про те времена, а они, кстати, не такие уж и далекие. Тогда "старая гвардия" ученых, а это, в первую очередь, Андрей Викторович Гапонов-Грехов, Владимир Ильич Таланов, Николай Григорьевич Денисов, Михаил Адольфович Миллер, Владимир Васильевич Железняков, Виктор Юрьевич Трахтенгерц, Александр Григорьевич Литвак и другие, – к защите даже кандидатских диссертаций относился как к крупному научному событию. Плана уровня кандидатской диссертации устанавливалась очень высоко, защиты всегда проходили при полном зале слушателей. Но наряду с научным интересом был еще высок и "корпоративный" (не люблю это слово!) дух. Друг за друга переживали, старались поддержать и прочее. Мне кажется, сегодня это полностью утрачено, а по какой причине – не знаю. Может быть, появились более узкие научные специализации, а вникать во что-то еще нет желания. Может быть, поменялась система ценностей... Но и подготовка наша была более разносторонней, мы могли поддержать самые разнообразные темы в научном разговоре и не жалели на это времени. Помимо плановых работ, например, я не отказывался и от задач, которые мне были просто интересны. Да и просто скучно, на мой взгляд, всю жизнь заниматься одним и тем же.

– У людей творческого труда нередко возникает желание озвучить какие-то свои мысли в кругу единомышленников, обменяться мнением, послушать конструктивную критику или просто получить взгляд со стороны. Как это проходило в вашем отделе? Было ли соперничество?

– Общение, конечно, имеет большое значение в жизни любого человека. У нас, например, в отделе была ежедневная пауза на пятиминутный чай (так называемый "five o'clock tea"), где мы собирались и общались между собой. Причем это не являлось своеобразной оперативкой, а было потребностью просто пообщаться на самые разные темы, попить вместе чаю. Обсуждали политику, обсуждали научные вопросы, рассказывали новые анекдоты и т. д. И этим общение не ограничивалось. В любой момент можно было завести дискуссию по научной проблеме или просто обсудить мысль (даже иногда дурацкую) с коллегами, причем независимо от их возраста и регалий. И никто никогда не отказывался поддержать беседу. На мой взгляд, это и есть творческая атмосфера. Однажды, прочитав в Scientific American статью про размножение гигантских кальмаров, с учетом специфики этого процесса у головоногих, у нас возникла долгая дискуссия о том, в какой момент кальмар получает удовольствие. Что же касается соперничества, не знаю, я ничего такого не чувствовал. Соперничество было при игре в пинг-понг, шахматы, и то по вечерам.

– Когда вы почувствовали себя человеком науки?

– Не помню точно по времени, но, наверное, годам к тридцати такой момент наступил, когда я почувствовал себя профессионалом и заметил, что ушел менталитет студента. Связано это было с решением нескольких неплохих задач, которые были опубликованы и на них стали ссылаться. Мой профессиональный кругозор постепенно расширялся, и однажды я понял, что уже и сам могу поделиться каким-то знанием.

– Ваши исследования поддерживаются?

– Да. Начиная с 1996 года на конкурсной основе мои исследования выигрывают гранты. Надеюсь, что эта тенденция сохранится.

– Расскажите о своем зарубежном опыте.

– Впервые я выехал на работу за рубеж в 1993 году по приглашению своего коллеги из Англии профессора Аллана Бордмана из Солфордского университета (Солфорд и Манчестер образуют единую городскую агломерацию). В результате этого сотрудничества мы опубликовали десяток совместных работ. Позже была работа в США по приглашению проф. Х.-Л. Чуи. Это были краткосрочные поездки. Достаточно долго работал в Австралии. В 2003 году меня пригласил Юрий Кившарь – глава Центра нелинейной физики Австралийского национального университета в Канберре. Работа была связана с электродинамикой нелинейных метаматериалов – искусственных материалов, "собранных" из искусственных микро- или наночастиц (метаатомов). Такие метаматериалы способны проявлять уникальные свойства, недоступные для природных сред. Сотрудничество длилось (собственно, длится и до сих пор) довольно долго – мне довелось 16 раз пересекать экватор. Вскоре к нам подключилась моя супруга Нина Аркадьевна (доктор физ.-мат. наук, работает в ИПФ РАН), владеющая, в частности, разнообразными методами численного моделирования электродинамических задач. В настоящее время Юрий возглавляет мегагрант в ИТМО (Санкт-Петербург), и мы теперь чаще встречаемся в Санкт-Петербурге. Весной прошлого года Юрий приезжал в Нижний и выступил с обзорным семинаром в ИПФ РАН. Кроме поездок, связанных с совместной работой, я участвовал во

*Рыбалка в выходной день
в Канберре, Австралия*



многих конференциях и школах за рубежом. Бывал в Болгарии, Франции, Польше, Швеции, Германии, Бельгии и во всех странах бывшего СССР. В поездках, не связанных с наукой, был в Болгарии, Словакии, Испании, Сербии, Японии, Арабских Эмиратах, Сингапуре и т.д.

– Где применимы метаматериалы?

– Например, плоская пластинка левостороннего метаматериала (в таких материалах векторы электрического и магнитного полей волны в отличие от обычных сред образуют левый триплет с волновым вектором – отсюда название "левосторонние") может быть использована как суперлинза для получения изображений со сверхразрешением. Это очень важно, особенно в медицинских и биологических приложениях, так как получить изображение деталей значительно меньше длины волны обычной линзой невозможно из-за так называемого дифракционного предела. Суперлинзы могут значительно расширить возможности диагностической аппаратуры. Метаматериалы в настоящее время используются не только для получения изображений со сверхразрешением, но и в антеннах (в том числе и наноантеннах) при создании нанолазеров, для управления световыми потоками на субволновых масштабах и пр.

– Вы продолжаете тему метаматериалов?

– Сейчас мне интересен новый тип метаматериалов, который мы с соавторами и предложили, названные нами жидкими метакристаллами. Они обладают рядом замечательных свойств: хорошо перестраиваются, ими легко управлять внешними статическими полями, обладают колоссальной нелинейностью в силу своей резонансно-ориентационной природы. Совсем недавно вышла первая наша статья на эту тему в Журнале американского оптического общества.

– Есть ли у вас ученики и как вы их находите?

– По рекомендации. И это всегда очень сильные ребята, с которыми получается весьма плодотворная работа, и нас еще обычно объединяет дружба.

– Расскажите немного о своей семье, когда началась ее лептопись?

– Женился я уже после того, как поработал года три, в 1978 году. Мы с будущей женой сначала вместе учились, а потом и работали в одном отделе ИПФ РАН. Она до сих пор там работает. Детей у нас двое. Сын (1982 г. р.) окончил ВШОПФ нашего университета в 2005 году, после этого 3 года учился в аспирантуре Иллинойского института технологии в Чикаго (США). После ее окончания и защиты диссертации еще 3 года работал в университете Лос-Анджелеса. Сейчас вернулся и работает в ИФМ РАН. А дочь (1980 г.р.) живет и работает где-то в шоу-бизнесе в Москве. Она сначала пошла по моим стопам и поступила на радиофак, но, проучившись три курса (с отличием и персональными стипендиями), сказала, что это не ее, уехала в Москву и стала заниматься тем, чем ей хотелось.

– Говорят, вы заядлый рыбак?

– Не могу сказать, что я фанатик, но рыбалку люблю, главным образом за возможность побыть наедине с природой! Люблю также совмещать отпуск с рыбалкой. Вот уже как лет тридцать мы с близкими друзьями проводим часть отпуска на Волге, на острове в районе села Великовское. А сейчас у нас есть домик на Ветлуге. Но отпуска по традиции все равно начинаются у нас с Великовского, куда мы с друзьями прибываем кто на катерах, кто на машинах. Недельно-другую живем палаточным лагерем и тем же путем возвращаемся в город. После этого еду на Ветлугу, но уже на машине.

– Спасибо за беседу и новых вам успехов!



На озере Юкамбин, Австралия

Беседовала И. Тихонова

В каждом выпуске "Нижегородского потенциала" обязательно присутствуют материалы про молодых ученых, успешно работающих в институтах ННЦ РАН. Это не просто обязательная наша рубрика, но едва ли не самая важная – за этими молодыми учеными будущее науки в Нижнем Новгороде, и нет сомнения, что многие из них уже в скором времени станут определять "научный облик" своих лабораторий и институтов. Сегодняшний наш материал про новые имена нижегородской науки получился заметно больше обычного. Еще некоторое время назад мы пригласили в эту рубрику научного сотрудника ИФМ РАН Сергея Криштопенко, зная о нем как о талантливом молодом экспериментаторе, имеющем успешный опыт обучения в "двойной" аспирантуре в ИФМ РАН и Университете Тулузы (аналогичные примеры есть также и в других нижегородских институтах РАН). Вслед за этим пришло сообщение об очередном большом успехе молодых ученых ИФМ РАН, сразу две группы которых были удостоены медалей с премиями для молодых ученых РАН. Таким образом, сегодняшние наши "новые имена" – шестеро молодых физиков, начавшие свой путь в науке сравнительно недавно, но уже добившиеся значительных успехов.

В поисках ответов



Для справки:
Криштопенко Сергей Сергеевич.

Родился 16 ноября 1984 г. в г. Быхов Могилевской обл., Республика Белоруссия.

Образование: в 2002 г. окончил лицей № 40 г. Нижнего Новгорода, 2002–2008 гг. – обучение на радиофизическом факультете ННГУ им. Н.И. Лобачевского, который окончил с отличием, диплом бакалавра физики (с отличием); ноябрь 2011 г. – получение степени PhD по физике конденсированных сред, Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, CNRS, UPR 3228; Université de Toulouse, France. Декабрь 2011 г. – защита кандидатской диссертации по теме "Спиновые и

коллективные эффекты в гетероструктурах InAs/AlSb с квантовыми ямами".

Профессиональная карьера: 2008–2011 гг. – аспирант ИФМ РАН (отдел физики полупроводников); 2009–2011 гг. – PhD student, Group of Nanoobjects and Semiconducting Nanostructures headed by Prof. Michel Goiran and Prof. Bertrand Raquet in LMCMI, Toulouse, France. С 2008 г. – младший научный сотрудник отдела физики полупроводников ИФМ РАН;

Научные интересы: узкозонные квантовые ямы, спин-зависимые явления, субмиллиметровая/терагерцовая спектроскопия, квантовый эффект Холла, коллективные и квазичастичные возбуждения.

– Расскажите немного о себе; где вы родились, кто родители, как складывалось образование?

– Я родился в Белоруссии. Мама – практикующий врач акушер-гинеколог. Отец – бывший военнослужащий. После окончания военной кафедры Витебского медицинского института, в котором учились мои родители, отец получил направление в один из закрытых военных НИИ, расположенный в Средней Азии. После распада Советского Союза отец перевелся в Нижний Новгород. А дальше все как у всех – школа, институт...

– Почему вы пошли именно в физико-математическую школу, проявлялись какие-то наклонности?

– Сначала мы с братом-близнецом учились в 42-й школе и окончили в ней четвертый класс, а потом мама решила нас перевести в лучшую, как она считала, школу в городе и не ошиблась. Хотя мы и не проявляли особых наклонностей, вступительные экзамены в 40-ю школу сдали успешно. В результате брат с золотой медалью школы окончил, я – с серебряной. А потом продолжили образование в университете (я на радиофаке, брат – на ВМК). Школу вспоминаю с большой благодарностью, особенно нашего классного руководителя Тихомирову Нину Григорьевну и Сорокину Римму Васильевну – учителя математики.

– Вы выбрали своей профессией физику, а направлением исследований – область квантовой физики. Это случайно или кто-то оказал на вас влияние?

– Сначала у меня не было особого интереса к физике. Все началось с того момента, когда в 8-м классе я узнал о летней физи-

ко-математической школе (ЛФМШ), которую по сей день ИФМ РАН проводит в Детском оздоровительном лагере им. Н.С. Талалушкина. Удивительная и увлекательная атмосфера в ЛФМШ мне очень понравилась. Сложно сказать с уверенностью, но убеждение, что физику я буду учить и буду ею заниматься, появилось у меня именно тогда.

Потом, в университете, большую роль сыграли преподаватели, с которыми я был знаком еще с ЛФМШ. Например, на выбор научного направления повлиял Юрий Николаевич Захаров. Он на втором курсе читал нам атомную физику. А квантовые эффекты, о которых он рассказывал, на меня произвели какое-то особое и загадочное впечатление. Совершенно бесподобным был курс квантовой электродинамики Владимира Борисовича Цареградского. За глаза студенты звали его "Царь", и все знали, что царь он настоящий. На его лекциях аудитория всегда была набита битком студентами, многие даже ходили не из любви к предмету, а просто посмотреть "на царя", так интересно он вел свой предмет. Ходили слухи, что раньше он даже прерывал на 5 минут лекцию и включал классическую музыку. Потом были лекции Владислава Юрьевича Курина по квантовой механике. Так на третьем курсе и сформировалось направление, которым я хотел заниматься.

Дальше надо было определяться с местом работы, и тут произошла встреча с Захарием Фишелевичем Красильником. Он пришел к нам на факультет, рассказал о новой кафедре, открывшейся в Институте физики микроструктур, пригласил в гости. Тогда и случилось то, что называется "совпало" – и желание, и возможность.

– У вас были преподаватели из ИФМ РАН, они как-то выделяли тех, кто изъявил желание с ними работать?

– Этого я не ощущал, но мне, наоборот, тогда казалось, что, например, Александр Сергеевич Мельников во время всех экзаменов (включая аспирантуру и спецкурсы) ставил над студентами различные эксперименты. Надо сказать, что студенты его побаивались, он отличался строгостью и бескомпромиссностью. То, что шел какой-то отбор в ИФМ РАН или тех, кто изъявил желание там работать, выделяли, я не заметил, но могу сказать, что все то, что я имею, я обязан именно таким преподавателям, как Мельников.

– По какому принципу вы выбрали группу В.И. Гавриленко, ведь она экспериментаторская?

– Это была совершенно отдельная история. Сыграл свою роль тот факт, что фамилию Гавриленко я знал еще до прихода на базовую кафедру в ИФМ РАН. Когда мы учились в 10 классе, радиофак объявил конкурс среди школьников физико-математических школ на лучший исследовательский проект. Я решил поучаствовать и взял задание на кафедре радиоастрономии и распространения радиоволн. Моим первым научным руководителем был Владимир Георгиевич Гавриленко. Когда пришел в ИФМ РАН брать курсовую работу, то в списке руководителей увидел знакомую фамилию Гавриленко и, несмотря на то что лаборатория экспериментальная, а мне хотелось заниматься теорией, пошел именно туда. Но оказалось, что это однофамилец и зовут его Владимир Изяславович. Тем не менее работать под его руководством мне понравилось; я не только сделал курсовую работу, но и защитил диплом. Затем продолжил обучение в аспирантуре.

– Вы окончили сразу две аспирантуры, как это случилось?

– Поступив в аспирантуру, я начал работать в ИФМ РАН в должности младшего научного сотрудника. В то же время многие из моих

друзей и знакомых уезжали в аспирантуру за границу. И я не скрывал, что тоже стремлюсь поработать на Западе, и Владимир Изяславович мне в этом сильно помог. У него на тот момент уже был опыт руководства аспирантами в совместной российско-французской аспирантуре. Он нашел мне хорошего руководителя в Лаборатории сильных магнитных полей при Университете Тулузы. Тема моей диссертации "Спиновые и коллективные структуры в гетероструктурах InAs/AlSb с квантовыми ямами" была интересна обеим сторонам. Работа оказалась довольно трудоемкая, приходилось по полгода работать то во Франции, то в России. Результаты появились только на третьем году исследований, были обобщены и в 2011 году защищены в обеих странах.

– Какие-либо трудности возникали, может быть, языковое общение?

– Проблемы языкового общения не было вообще, потому что в научном мире принято общаться на английском языке. Но работать приходилось в основном одному. Мои руководители-экспериментаторы подсказывали мне, где и в какой области научного знания было бы неплохо еще что-то посмотреть. Но и самообразованием приходилось заниматься очень много. А с другой стороны, таким образом я привык работать один или в коллективе экспериментаторов – в соавторстве с теоретиком я не написал еще ни одной работы. Однако поработать в коллективе с теоретиками мне хотелось бы.

– На ваш взгляд, где перспективнее работать в науке – в теории или эксперименте?

– В России, я уверен, больше перспектив в теории, потому что, чтобы получить результаты экспериментальным путем, требуются очень хорошие лаборатории, технологические установки, которых в стране не так много. Конечно, всегда интересно, если экспериментальная лаборатория находится рядом, потому что эксперимент – это кладовая задач для теоретиков. Если ты делаешь совместную работу с экспериментаторами, то можешь оказаться одним из первых, кто получит новые экспериментальные результаты в определенной области. А если такой возможности нет, то с результатами экспериментов можно ознакомиться и по публикациям, но уже спустя некоторое время.

– В свете реформирования РАН уже ни у кого не возникает сомнений, что наука переходит на грантовую основу. Что нужно, чтобы получить грант на исследование?

– В первую очередь необходимо иметь хороший задел в исследованиях по публикациям, так называемый background. Если ты занимаешься не тем, что сейчас актуально в мире, то тебе будет сложно публиковаться в хороших международных журналах. Поэтому нужно быть в тренде и "держать нос по ветру", следить за публикациями и стараться публиковаться самому в этой области. Тогда и будет набираться задел. Вот очень яркий пример с графеном. Почему наблюдается всплеск публикаций, связанных с этим материалом? Да потому, что в тот момент, когда была получена Нобелевская премия за открытие удивительных свойств графена, он стал популярным, и люди, имевшие некоторый задел в этой области, получили возможность публиковать свои результаты в самых лучших физических журналах.

– Вы хотите сказать, что сегодня ученый должен делать не то, что ему хотелось бы, а стараться "быть на плаву"?

– Наверное, да. Менять свои убеждения заставляет жизнь. На самом деле всегда есть выбор: делать то, что в конце концов никому не будет интересно, либо помимо своих любимых вещей успевать делать еще что-то, чтобы не опускаться ниже планки, которую сам себе когда-то поставил. Еще нужно ездить на различные конференции, заявлять о себе, завязывать знакомства и связи в научном мире.

– Вы успеваете?

– Стараюсь по возможности посещать значимые конференции и публиковать результаты в хороших журналах.

– Как у вас обстоят дела с получением грантов?

– Сейчас у меня два гранта, где я являюсь руководителем – это грант РФФИ и грант Президента РФ. С помощью грантов удается под-

держивать талантливых студентов, которые могут и хотят заниматься наукой, и мне тоже интересны такие студенты.

– Какие задачи вы решаете сегодня, где их берете?

– Сейчас мне интересны задачи, лежащие на стыке двух областей – расчета зонной структуры низкоразмерных систем и многочастичной физики. В настоящий момент меня интересует, каким образом будут проявляться различные коллективные эффекты, связанные с многочастичным взаимодействием, в 1D- и 2D-системах, которые до настоящего времени описывались лишь в одночастичном приближении в рамках обычной зонной теории.

Задачи зачастую возникают как-то сами собой. Например, читаешь какую-либо экспериментальную или теоретическую статью, и вдруг возникает вопрос, на который хочется найти ответ.

– Как вы видите свою дальнейшую судьбу в науке?

– Хочется приобрести опыт работы в зарубежной лаборатории, чтобы, как у нас говорят, "глаз не замыливался", но цели уехать совсем, нет, потому что здесь много интересной работы. Я надеюсь, что удастся получить опыт работы в сильной зарубежной группе. К сожалению, что касается российской науки, то сегодня нет уверенности в завтрашнем дне.

– Есть ли у вас увлечения, хобби?

– С детства мы с братом занимаемся спортом – играем в волейбол. Причем наша жизнь, вообще говоря, могла сложиться по-другому. После восьмого класса нас приглашали в спортивную школу. Мама нам тогда сказала, чтобы мы хорошо подумали о том, что волейболистом и без нас много. Но на любительском уровне я продолжаю в волейбол играть и выступаю за команду "Олимп", в том числе в высшей лиге области. Выступал за команду Университета Тулузы, которая заняла второе место в чемпионате Франции среди университетов. Однако спортсменом я себя не считаю, скорее физкультурником в хорошем смысле этого слова. Волейболом я занимаюсь только в свободное время.



Команда ИФМ по волейболу – победитель первенства ННЦ РАН 2013 года. Второй слева – Сергей Криштопенко

– Вы амбициозный человек?

– Да. Это мне в одних случаях помогает, но бывает, что и мешает.

– Какими чертами должен обладать успешный молодой ученый в современном мире с вашей точки зрения?

– Трудолюбием и предрасположенностью к занятиям наукой, потому что долгие занятия тем, что не нравится, к успеху не приводят. А еще должен быть хороший научный руководитель.

– Успехов вам!

Беседовала И. Тихонова

Изоляторы перманентно растущих мощностей

Для справки:

Иван Мухин родился 29 мая 1982 г. в селе Кантаурово Горьковской области.

Окончил РФ ННГУ (2004), аспирантуру ННГУ (2007). С 2003 г. работает в ИПФ РАН, в настоящее время – н.с.

В 2013 г. защитил кандидатскую диссертацию "Термонаведенные искажения излучения и их подавление в кубических кристаллах различной ориентации и оптической керамике" (науч. рук. – к.ф.-м.н. О.В. Палашов).

Во время обучения в аспирантуре получал стипендию имени академика Г.А. Разуваева (2005, 2006 гг.). Победитель конкурса молодежных инновационных проектов УМНИК-2009, УМНИК-2010. Призер (премия 2-й степени) VII Конкурса работ молодых ученых ИПФ РАН (2005). Обладатель гранта Президента РФ для молодых ученых (2013–2015). Лауреат медали с премией для молодых ученых по научному приборостроению РАН (2014).

Женат.

Дмитрий Железнов родился 12 июля 1983 г. в г. Горьком.

Окончил ВШ ОПФ ННГУ (2005), аспирантуру ИПФ РАН (2009). С 2004 г. работает в ИПФ РАН, в настоящее время – зам. зав. отделом.

В 2012 г. защитил кандидатскую диссертацию "Исследование вращателей Фарадея с криогенным охлаждением для лазеров высокой средней мощности" (науч. рук. – к.ф.-м.н. О.В. Палашов).

Получал стипендию имени академика Г.А. Разуваева (2007, 2008 гг.). Победитель конкурса молодежных инновационных проектов УМНИК-2012, УМНИК-НН-2012, УМНИК-2013. Обладатель гранта Президента РФ (2013–2015). Лауреат медали с премией для молодых ученых по научному приборостроению РАН (2014).

Женат, воспитывает дочь (2013 г.р.).

Илья Снетков родился 27 марта 1984 г. в г. Бор Горьковской области.

Окончил ВШ ОПФ ННГУ (2007), аспирантуру ИПФ РАН (2011). С 2005 г. работает в ИПФ РАН, в настоящее время – м.н.с.

Получал стипендию имени академика Г.А. Разуваева (2009–2010). Призер (премия 3-й степени) XV Конкурса работ молодых ученых ИПФ РАН (2013), имеет поощрительный диплом 14-й Нижегородской сессии молодых ученых (2009). Обладатель гранта Президента РФ (2013–2015). Лауреат медали с премией для молодых ученых по научному приборостроению РАН (2014)

Женат, воспитывает сына (2012 г.р.).

Оптические изоляторы Фарадея (или "оптические вентили", как их между собой называют специалисты) имеют важное значение для развития лазерной техники. Олег Валентинович Палашов, руководитель работы, за которую ребята получили медали, пояснил, что эти устройства необходимы для "экранирования" лазера от вышедшего из него излучения или для "развязки" усилительных каскадов и предотвращения их от самовозбуждения внутри мощных лазерных систем. "Эта задача, – сказал он, – была и будет актуальной, поскольку перманентный рост средней по времени мощности как непрерывных,

так и импульсно-периодических лазеров регулярно поднимает планку самого определения "мощные лазеры". К тому же, прикладные аспекты органично вытекают из главного фундаментального направления нашей лаборатории – термооптики твердотельных лазеров. К исследованиям паразитных тепловых эффектов в оптических изоляторах (и в других лазерных элементах) десять лет назад я привлек Ивана Мухина, год спустя – Дмитрия Железнова, еще через несколько лет – Илью Снеткова. Сегодня это молодые перспективные ученые, а их диссертации (две – Дмитрия и Ивана – защищенные, Ильи – планируемая к защите в текущем году) объединяет одно общее направление, которое составило название поданной на конкурс работы – разработка и создание оптических изоляторов для лазерного излучения киловаттного уровня средней по времени мощности".

О том, как складывалась общая работа, рассказали сами исполнители. Кстати сказать, все они выпускники ННГУ им. Н.И. Лобачевского и свою работу в ИПФ РАН начали еще студентами.

История **Ивана Мухина** началась на третьем курсе обучения, когда нужно было выполнить курсовую работу. "Из предложенного списка, – рассказал Иван, – я выбрал научную работу под руководством Ефима Аркадьевича Хазанова. Тема была связана с термонаведенными искажениями излучения в изоляторах Фарадея. С этой проблемой молодой коллектив Ефима Аркадьевича столкнулся при сотрудничестве с американскими учеными в рамках широко известного проекта LIGO – большой оптической установки, предназначенной для регистрации гравитационных волн. Разработка изоляторов Фарадея для высокой лазерной мощности оказалась очень актуальной проблемой в современных лазерах, и меня, еще студента, в 2003 году пригласили на работу в ИПФ РАН в отдел 370. Там, уже под руководством зав. лабораторией О.В. Палашова, мы с Дмитрием Железновым начали работу по созданию криогенного изолятора Фарадея. Эти исследования легли в основу другого важного направления, над которым я сейчас работаю – создание высокоомощного криогенного дискового лазера. Но тема изоляторов Фарадея для меня еще далеко не закрыта. Год назад я защитил кандидатскую диссертацию на тему термонаведенных искажений в оптических элементах лазеров, и часть диссертации была посвящена именно изоляторам Фарадея. А недавно вместе с Дмитрием и Ильей мы получили президентский грант, в рамках которого будут выполнены дополнительные исследования по увеличению рабочей мощности изоляторов Фарадея".

Снетков Илья – в своем школьном прошлом лауреат олимпиады "Таланты земли Нижегородской" – пришел в тот же отдел в 2005 году. В задачу его магистерской работы входило описание и исследование термонаведенных фазовых искажений в лазерной керамике. "Здесь я и познакомился с Иваном Мухиным, – рассказал Илья. – С ним мы работали вместе над аналитическим описанием тепловой линзы в керамических оптических элементах. С Дмитрием Железновым мы были уже знакомы, так как учились на одном факультете с разницей в один год. После написания магистерской диссертации у меня в руках оказался теоретический аппарат, позволяющий вычислять тепловые эффекты в стеклах, монокристаллах произвольной ориентации и лазерных керамиках практически из любого оптического материала. Пару лет этот аппарат не был востребован, и я занимался другими задачами. Но в 2010 году О.В. Палашов поставил передо мной задачу: получить ослабление термонаведенной деполяризации в изоляторе Фарадея при добавлении к нему снаружи компенсатора паразитных эффектов, связанных с неоднородным нагревом магнитооптического элемента из-за поглощения излучения. Эта задача возникла из-за простой проблемы: уже были разработаны и апробированы схемы изолятора Фарадея с компенсацией термонаведенной деполяризации, но при высокой мощности они вносили в лазерную систему сильную тепловую линзу. Нужна была схема изолятора, в которой и термонаведенная деполяризация, и тепловая линза были бы на приемлемом уровне.

Первые эксперименты оказались неудачными. После добавления компенсатора с элементом из фторида кальция (CaF_2) термодеполяризация только увеличивалась. Было решено повторить эксперимент с использованием в компенсаторе элемента из кристалла тербий галлиевого граната (ТГГ), т.е. из того же материала, из которого сделан и магнитооптический элемент изолятора. Результат не заставил себя ждать. Была экспериментально получена компенсация и достаточно



Д. Железнов, И. Снетков, О.В. Палашов, И. Мухин

быстро построена теория, которая подразумевала, что материалы магнитооптического и компенсирующего элементов были одинаковы. С одной стороны, мы не приблизились к решению поставленной задачи, так как при уменьшении термонаведенной деполяризации тепловая линза в такой схеме увеличивалась приблизительно вдвое. С другой стороны, были определены параметры, от которых компенсация существенным образом зависит, и одним из них был параметр оптической анизотропии материала. Встал вопрос: чему равен этот параметр в CaF_2 ? Литературные данные не давали однозначного ответа на этот вопрос. Мы пошли своим путем и разработали метод определения этого параметра для любого кристаллического материала с кубической симметрией. Здесь как раз помогли теоретические знания о зависимости термонаведенной деполяризации от кристаллографических направлений. Предложенный нами метод позволял путем достаточно простых манипуляций с оптическим элементом определить как величину, так и знак параметра оптической анизотропии материала. Параллельно было построено теоретическое описание компенсации и показано, что она возможна при использовании двух различных материалов".

"В отделе нелинейной и лазерной оптики ИПФ РАН, – в свою очередь рассказал **Дмитрий Железнов**, – я начал работу в октябре 2004 года в должности лаборанта-исследователя, еще на 5 курсе ВШ ОПФ, и сразу был включен в исследования, связанные с созданием изоляторов Фарадея для лазерного излучения высокой мощности. На этом этапе мне повезло сразу дважды. Во-первых, я пришел в отдел как

раз в момент образования новой лаборатории термооптики твердотельных лазеров во главе с О.В. Палашовым, а во-вторых, как раз на осень 2004 года в планах оптического по своей сути отдела стояло начало освоения совершенно незнакомой научной и инженерной культуры – криогенного охлаждения. Вся моя научная деятельность, включая работу над кандидатской диссертацией ("Исследование вращателей Фарадея с криогенным охлаждением для лазеров высокой средней мощности"), связана с исследованием температурных зависимостей тех или иных характеристик различных оптических сред, конструирование криогенного изолятора Фарадея. И надо сказать, что тема создания "мощных" изоляторов Фарадея не утратила остроты и еще далеко не исчерпана. В этом направлении еще предстоит многое сделать, расширяя фронт исследований и привлекая свежие научные силы.

Хочется отметить, – в заключение добавил Дмитрий, – что моим главным везением оказалась совместная работа с Иваном Мухиным, изобретательным экспериментатором и сильным теоретиком (научившим меня основным навыкам экспериментального исследования), и присоединившимся затем Ильей Снетковым, поднявшим теоретическое описание изучаемых эффектов на новый уровень".

Цикл работ, который стал результатом совместного труда по созданию мощных изоляторов Фарадея, заслуженно получил высокую оценку РАН, но, как сказал их руководитель О.В. Палашов: "Это не означает, что ребята целенаправленно занимались только этой задачей. Они решали и другие важные задачи".

Спектроскопия смотрит в будущее

Для справки:

Максим Кошелев родился 5 июля 1980 г. в г. Горьком.

Окончил РФ ННГУ (2003), затем аспирантуру ИПФ РАН (2006).

С 2001 г. работает в ИПФ РАН, в настоящее время – с.н.с.

В 2007 г. защитил кандидатскую диссертацию "Прецизионные измерения параметров молекулярных линий и параметризация континуального поглощения в мм/субмм диапазоне для атмосферных приложений" (науч. рук. к.ф.-м.н. М.Ю. Третьяков).

Область научных интересов – молекулярная газовая спектроскопия высокого разрешения. С научными визитами посещал Университет штата Нью-Брансвик (Канада), Университет г. Ноттингем (Англия), Федеральную политехническую школу г. Лозанны (Швейцария). Приглашенный лектор в 41-м Исследовательском институте Китайской электронно-технологической группы (г. Циндао, Китай). Приглашенный профессор в Лаборатории физической химии атмосферы (Прибрежный университет г. Дюнкерк, Франция).

Автор более 30 статей в ведущих российских и международных журналах.

Руководитель и исполнитель ряда проектов РФФИ, Минобрнауки РФ, по программам РАН.

Получал стипендии имени академика Г.А. Разуваева (2004–2005), грант Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук (2008–2009). Лауреат конкурсов работ молодых ученых ИПФ РАН. Награжден почетными грамотами Министерства образования Нижегородской области (2010) и ИПФ РАН (2012). Лауреат медали с премией для молодых ученых по физике РАН (2013).

Женат, двое детей.

Евгений Серов родился 9 января 1986 г. в г. Горьком.

Окончил ВШ ОПФ ННГУ (2009), аспирантуру ИПФ РАН (2012).

В 2013 г. защитил кандидатскую диссертацию "Лабораторное исследование континуального поглощения атмосферы в миллиметровом диапазоне длин волн" (науч. рук. профессор А.М. Фейгин).

С 2007 г. работает в ИПФ РАН, в настоящее время – н.с.

Основное направление деятельности – спектроскопия атмосферных газов и конденсированных сред в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн.

Автор 12 статей в ведущих российских и международных журналах.

Исполнитель и руководитель ряда проектов, получивших поддержку Минобрнауки РФ и РФФИ.

Получал стипендии имени академика Г.А. Разуваева (2010–2011), грант Фонда содействия отечественной науке по направлению "Фи-

зика и астрономия" (2010), стипендию Президента РФ для молодых ученых (2012–2014), грант Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе "УМНИК" (2012–2014). Победитель (премия 1-й степени, совместно с М. Кошелевым) 15-го Конкурса работ молодых ученых ИПФ РАН (2014).

Женат.

Работа "Прецизионная лабораторная спектроскопия легких молекул и молекулярных комплексов" значима как для фундаментальной, так и для прикладной науки. "Дело в том, что спектр молекулы, – пояснил Михаил Юрьевич Третьяков, зав. отделом микроволновой спектроскопии и научный руководитель работы, – это все равно что отпечаток пальцев человека: зная его, можно однозначно идентифицировать личность. Так же по спектру можно определить и молекулу, если (по аналогии с отпечатками пальцев человека) есть база, в которой хранились бы "спектры-отпечатки" молекул. Спектры молекул используются для химического анализа как в лаборатории, например, для контроля технологических процессов, в которых начальными, промежуточными или конечными продуктами являются газы, так и в масштабах вселенной. Анализ спектров астрофизических объектов (холодных звезд, комет, межзвездных облаков и др.) позволяет в настоящее время не только говорить о наличии того или иного вещества и судить о его концентрации, но и определять скорость и



М. Кошелев, М.Ю. Третьяков, Е. Серов

направление движения объекта. По спектрам атмосфер экзопланет определяют возможность существования там жизни. По спектральным линиям определяют направление и силу преимущественных ветров на планетах Солнечной системы. Широко развиты в последнее время методы дистанционного мониторинга состояния атмосферы Земли, которые используются для прогноза погоды и климатических изменений. В основе этих методов – радиометрические измерения с помощью приборов наземного, бортового и спутникового базирования, которые используют спектры атмосферных газов, включая микропримеси. Во всех этих задачах принципиально важна точность используемой для анализа информации о спектрах молекул. Именно на это и направлена наша работа – на получение новых знаний о спектрах различных молекул и на пополнение спектроскопических баз высокоточными данными.

Спектроскопия – классическая фундаментальная наука, уходящая корнями вглубь веков. Из нее возникли современные квантовые представления о мире, она дала человечеству точное время, лазеры и многое другое. Микроволновая спектроскопия в ИПФ РАН развивалась с первого дня его основания под руководством профессора А.Ф. Крупнова – лауреата Государственной премии СССР за работу "Субмиллиметровая спектроскопия на основе ламп обратной волны". Не одно поколение ученых-исследователей (сначала в НИРФИ, а затем в ИПФ) успешно трудились над созданием не имеющих мировых аналогов микроволновых спектрометров и исследованием с их помощью спектров различных молекул. Стороннему человеку может показаться, что в этой области науки все уже сделано и найти что-то совсем новое невозможно. Однако, как и в любом другом деле, объединение знаний, целенаправленное приложение усилий, развитие существующей и создание новой техники и методов исследования позволяют не только изучать новые объекты, но и добиваться успехов в решении тех задач, которые раньше казались нерешаемыми.

В данной экспериментальной работе мы попытались разобраться с одной из таких "нерешаемых" проблем. Для этого потребовалось объединить знания и опыт, накопленные тремя поколениями ученых-спектроскопистов Отдела микроволновой спектроскопии ИПФ РАН, и ребята с честью справились с этой задачей".

Как протекала работа и что способствовало успеху, ребята дальше рассказали сами.

Максим Кошелев отметил, что успех работы, в первую очередь, "заключался в использовании комплексного подхода к исследованию спектров молекул, а именно в применении нескольких спектрометров, отличающихся как принципом измерения, так и диапазоном рабочих давлений. Это позволило исследовать различные эффекты, проявляющиеся в спектрах молекул при разных давлениях, и провести перекрестную проверку измерений, а также оценить реальную точность полученных данных, что повысило их ценность для практических приложений. Проведенная нами техническая и методическая работа позволила достичь рекордных результатов. К настоящему времени получен большой набор точных данных для важнейших диагностических спектральных линий атмосферных газов. Эти данные уже используются в моделях распространения излучения в атмосфере, включены в ведущие спектроскопические базы.

Один из недавних, наиболее громких наших результатов – наблюдение спектра димера воды в равновесных условиях при комнатной температуре, к чему научное мировое сообщество стремилось более полувека. Этот результат открывает возможность для более тщательного изучения роли димеров воды в атмосферных процессах и, в более глобальном смысле, изучении свойств воды – пожалуй, главной молекулы на Земле".

"Мой вклад в "медальную" работу, – продолжил рассказ **Евгений Серов**, – связан со спектром атмосферы Земли. А точнее, с вкладом молекул воды в этот спектр. С ним было не все ясно, поскольку кроме узких резонансных линий поглощения есть плавно меняющаяся "подставка" – атмосферный континуум. Объяснений ему существовало несколько, но точной уверенности не было ни в одном из них. Одна из гипотез, высказанная еще в 60-е годы в НИРФИ учителем моих учителей – Сергеем Александровичем Жевакиным, объясняла континуум существованием в атмосфере двойных молекул – димеров воды. Эти димеры оказались "неуловимыми" частичками, в обычных условиях

их не удавалось обнаружить долгие годы из-за ряда сложностей. При поступлении в аспирантуру Михаил Юрьевич Третьяков предложил мне совместно с Максимом Кошелевым заняться исследованием этого вопроса с использованием имеющегося в нашем коллективе уникального экспериментального оборудования – резонаторного спектрометра.

Развитием методов резонаторной спектроскопии и созданием измерительной аппаратуры на базе ламп обратной волны в ИПФ РАН начали заниматься задолго до моего поступления на работу в институт. Так сложилось, что эта работа выполнялась совместно двумя разными отделами ИПФ РАН – отделом физики атмосферы и микроволновой диагностики, возглавляемым Александром Марковым Фейгиным, и отделом микроволновой спектроскопии. Таким образом, моими наставниками стали представители этих двух отделов – Владимир Владимирович Паршин, как специалист в области высокочастотных микроволновых резонаторных систем, и Михаил Юрьевич Третьяков, как специалист в области газовой спектроскопии.

Для решения поставленной задачи мы экспериментально исследовали спектры влажных газов, занимались обработкой и интерпретацией результатов. На первом этапе исследований наша установка позволила сделать измерения только при атмосферном давлении, но с возможностью менять температуру исследуемого газа от –30 до +60°C. Димерные спектры мы тогда не "увидели", но зато получили наиболее точные на тот момент экспериментальные данные, косвенно свидетельствующие о наличии димеров. Это добавляло понимания и указывало путь, куда двигаться дальше. Следующим шагом стало создание барокамеры для экспериментов при низком давлении. В выполнении большого объема конструкторских и технологических работ участвовали многие наши коллеги из других отделов института. Потребовалось провести большую подготовительную работу, выполнить множество измерений, многократно вносить изменения в установку, прежде чем мы с гордостью смогли продемонстрировать результат – впервые записанный при равновесных условиях спектр димеров воды. Результат получил признание ведущих мировых ученых и был отмечен как один из наиболее интересных в отчете Президиума РАН за 2012 г.

Интересно отметить две известные работы, в которых авторы рапортовали об "обнаружении" димеров воды в атмосфере. Они были опубликованы в журналах Nature (1969) и Science (2003), но позднее обе были опровергнуты. Важное отличие нашей работы – димер обнаруживается не по одному "следу" (пик в спектре), а по характерной спектральной серии, здесь нельзя ошибиться – 4 отчетливых пика в диапазоне 100–150 ГГц на частотах, хорошо известных из экспериментов в холодных молекулярных пучках. А к настоящему моменту в другом диапазоне 190–260 ГГц получено продолжение этой серии – еще 6 гораздо более интенсивных пиков, уже позволяющих извлекать количественную информацию из наблюдаемых спектров и продвигаться дальше в познании окружающего нас мира".

Руководитель "медалистов" М.Ю. Третьяков добавил: "Занятия наукой иногда называют "бегом на длинную дистанцию". Первым достижает цель и побеждает не самый быстрый и не самый ловкий, а самый упорный, выносливый и трудолюбивый. За достижение цели дают награды. Но основное отличие науки от спорта в том, что получение награды со временем становится второстепенным стимулом. Приходит понимание, что за каждым взятым рубежом открывается новая бездна еще более интересных непознанных объектов; возникает интерес к процессу, который будет заставлять ученого работать гораздо лучше, чем самые эффективные менеджеры. Отчасти это отражается и в скромной формулировке результата, за который получена награда: за цикл работ "Прецизионная лабораторная спектроскопия легких молекул". Название подходит к деятельности всего отдела и никак не отражает деталей научного открытия, которое, несомненно, послужило поводом для награды, но по факту является лишь одним из закономерных этапов нашего развития. Больше всего меня радует, что оба наших медалиста заканчивают свои рассказы взглядом в будущее, а значит, и спектроскопии в нашем институте не будет конца!"

И. Тихонова

Такая разная инновационная деятельность

В моем понимании инновационные проекты – это внедренческие проекты, т. е. работы, направленные на получение какого-то результата, очевидно необходимого обществу, за который общество готово платить. Если открыть "Википедию", то можно обнаружить, что "инновационный проект – это проект, содержащий технико-экономическое, правовое и организационное обоснование конечной инновационной деятельности. **Инновационная деятельность** – это комплекс научных, технологических, организационных, финансовых и коммерческих мероприятий, направленный на коммерциализацию накопленных знаний, технологий и оборудования".

Из этого комплекса мероприятий, составляющих инновационный процесс в целом, исследовательские группы в институтах, как правило, выполняют только первый этап – научную разработку, и частично второй: определяют основные принципы будущей технологии. Опишу это на примере нашей группы и наших разработок.

Мы занимаемся созданием и исследованием фотополимеризующихся композиций на основе олиго-эфир(мет)акрилатов – соединений, в молекулу которых входят две и более (мет)акрилатных группы. Полимеризация таких олигомеров приводит к образованию шшитых полимеров, которые не растворяются в органических растворителях, устойчивы к действию кислот и щелочей, поэтому они находят широкие применения. Например, мы сталкиваемся с такими композициями у дантистов, когда нам ставят фотополимерные (отверждающиеся светом) пломбы. Такие композиции используются в полиграфии, микроэлектронике, при производстве оптических элементов, в том числе в офтальмологии (один из мировых лидеров в этой области, в полном смысле слова инновационная фирма – нижегородское предприятие "Репер НН", созданная В.М. Треушниковым). Мы разрабатывали композиции и технологии их использования в целях самых разных применений: для изготовления большеформатных (размером 1×1 м) сферических зеркал и асферических линз для объективов в сотовых телефонах размером со спичечную головку, делали дифракционные решетки, записывали и копировали рельефно-фазовые голограммы. Сейчас работаем над созданием композиций для изготовления пористых водоотделяющих фильтров: под действием света жидкая композиция превращается в пористый полимер, причем поверхность пор уже в ходе полимеризации приобретает гидрофобные свойства. Очевидно, что работа помимо научного вызывает и практический интерес, связанный с потенциальной возможностью создания систем очистки моторного топлива.

Одно из самых изящных применений фотополимеризующихся композиций – стереолитография. Компьютерная модель любого объекта рассекается на параллельные слои, в соответствии с этим слои изготавливаются по отдельности и последовательно "складываются". Наибольшее распространение в мире получила технология SLA. Объект выращивается на платформе, которая погружена в объем жидкой композиции на глубину, равную толщине слоя конечного объекта. Луч лазера пробегает по поверхности композиции, описывая контур первого слоя объекта. На платформе образуется полимер, соответствующий первому слою. Платформа опускается на глубину нового слоя. Снова пробегает луч, описывая контур второго слоя. Под действием света второй слой образуется и одновременно "прирастает" к первому. Платформа вновь опускается, и далее этот процесс повторяется многократно, пока модель не "вырастет" полностью.

Во второй половине 80-х эта изящная технология только появлялась. Несколько фирм в мире начали делать и продавать свои аппараты. В СССР, а затем в России несколько исследовательских групп, и мы в том числе, включились в гонку: кто быстрее всех сделает свою работающую установку. Все бюджетные деньги достались тогда ИПЛИТ РАН в г. Шатура Московской области, что, наверное, было правильно, так как через несколько лет они сделали аналог американской установки. Мы же нашли коммерческие деньги и пошли своим

путем. Руководство ИМХ и лаборатории Г.А. Абакумов и В.К. Черкасов с самого начала живейшим образом пестовали эти работы. Им и всем нам было интересно! Процесс "выращивания" модели, на самом деле, завораживающее зрелище: из лужи композиции на твоих глазах вырастает полимерная светящаяся модель. Была создана группа (всего девять человек), состоящая из сотрудников ИМХ РАН и радиофизического факультета ННГУ. У нас родилась тогда (как положено – за 9 месяцев) первая в России компьютеризированная стереолитографическая система. Установка в автоматическом режиме изготавливала тестовую модель – крышку тромблера. Оригинальным было все: программа представления объекта в виде слоев, фотополимер, принцип формирования слоев композиции, конструкция установки. Но шел 1993 год: экономика страны рухнула, компания, заказавшая нам систему, почилла в бозе, и никому наша передовая установка оказалась в итоге не нужна. Попытки получить заказ на изготовление новой установки не удалось...

Почему мы все сделали и сделали быстро? С одной стороны, нас подстегивала суперидея сделать что-то первыми и по-своему (мы не копировали американцев). С другой стороны, была грамотная организация всего созидательного процесса. Дирекцией института было выделено помещение, сотрудники – участники проекта – занимались этим и только этим. В нашем распоряжении был огромный набор реактивов и приборная база института, лабораторное оборудование, мастерские. Сотрудники ННГУ приходили к нам в любое время. Все работало без временных ограничений и в выходные тоже. Кто мог работать дома – работал дома. Заказы на изготовление деталей и узлов размещали на разных предприятиях города, и деньги на это выделялись незамедлительно. Задача – создание установки – была решена, причем решена в стенах академического института. А вот следующих составляющих инновационной деятельности – организационных и финансовых мероприятий для коммерциализации результатов нашей работы – выполнено не было. В итоге инновационный по замыслу проект в целом так и не дошел до своего завершения, а именно до внедрения.

Для чего я так подробно все описываю? Сейчас модно говорить, что инновационной деятельностью должны заниматься малые предприятия, создаваемые авторами разработки. Казалось бы, да – им виднее. Но в мире не так все однообразно. Например, мы работали и работаем с корейцами. (Последняя работа – изготовление полимерных гибких линз Френеля размером более 0,5 × 0,5 м² со сложнейшим рельефом.) У корейцев действует система краткосрочных (на 3–6 месяцев) заказов со стороны огромных компаний исследовательским группам на проработку какой-либо идеи и изготовление рабочих образцов. Заказ на НИР может быть размещен где угодно, но далее все проходит так или иначе через Корею, и мир получает очередное чудо техники под корейской маркой. При этом разработчики часто не знают



С.А. Чесноков с образцом полимерного покрытия

задачу в целом. Плюс такой системы – научные кадры остаются в науке и занимаются своим делом, не отвлекаясь на совсем другой вид деятельности. И мне кажется, что одновременно на высоком уровне выполнять сугубо научные и "инновационные" разработки трудно, почти нельзя. На двух стульях не усидишь! И, глядя вокруг, я вижу, что, как правило, это так.

Очевидно, каждый вид деятельности требует тщательного выполнения различной по характеру работы. Для внедрения разработки в производство, организации производства и последующей продажи продукции должны быть свои люди и свои специализированные организации – малые предприятия или большие фирмы, но "заточенные" только под это. Ученые тоже могут заниматься этим, бесспорно, но тогда они перестанут быть учеными. И даже чисто организационно подробное совмещение сделать трудно. Чтобы довести идею до производства и продажи продукции, нужно уйти из научного института,

создать свое малое предприятие и сделать Дело. А потом? Снова в институт? Но там тебя никто не ждет, наука ушла вперед, ставок для тебя и твоих людей нет. И ты будешь на своем предприятии доводить до производства какой-то новый технологический проект, свой или чей-то, а "профессиональным ученым" быть перестанешь.

По-моему, идея сделать основной упор в инновационном процессе на мелкие внедренческие фирмочки в чем-то лукавая. Все это, возможно, хорошо для решения именно мелких "проходных" задач. И хорошо до тех пор, пока не возникнут крупные задачи. Но сейчас так и есть: крупных, прорывных задач перед наукой государство (и экономика) не ставит. К сожалению.

*С.А. Чесноков, к. х. н.,
зав. лабораторией свободно-радикальной полимеризации
ИМХ им. Г.А. Разуваева РАН*

Ультразвук против аварий

Все знают про очень полезное применение ультразвука в медицине – приборы УЗИ давно уже стали привычным делом во многих поликлиниках и больницах. А можно ли приспособить ультразвук для диагностики и предотвращения аварий не со здоровьем, а в инженерных конструкциях и вообще в технике? Можно ли с помощью упругих волн определить величины напряжений, действующих в опасных (подверженных повышенным нагрузкам) сечениях промышленных объектов?

Оказывается, и на этот вопрос есть положительный ответ. Для этого с недавних пор используется акустоупругий эффект – весьма слабая зависимость скорости их распространения от напряжений (деформаций), действующих в твердых телах. Нужные зависимости можно получить "на кончике пера", выйдя за рамки линейной, или, как ее еще называют, "гуковской" теории упругости. Зачем это нужно? Ведь закон Гука служит ученым и конструкторам более трех веков, на его основе построены многие методы расчетов деталей машин на прочность. Но нужно это именно для того, чтобы, измеряя величины скоростей ультразвука в напряженном материале и сравнивая их с теми, что отвечают его "начальному" состоянию, определить величины напряжений и деформаций без какого-либо повреждения материала, т.е. неразрушающим образом.

Среди методов неразрушающего контроля деформаций (напряжений) метод акустоупругости занимает особое место. Акустоупругость как способ измерения напряжений – это "механика без посредников", ведь упругие волны – это, по существу, высокочастотные механические колебания, распространяющиеся в твердых телах. Для измерения времени распространения импульсов упругих волн в материале (времени их задержки), по которому и судят об изменении скорости, чаще всего применяется многократно проверенный в более простых задачах (дефектоскопии, толщинометрии) ультразвуковой эхо-метод. Однако для выявления относительных изменений скоростей упругих волн, едва превосходящих 1 % даже при напряжениях, достигающих предела текучести сталей и сплавов, точность метода должна быть повышена в несколько раз. Достижение такой точности можно представить себе как рассматривание эхо-импульсов "в многократную лупу".

И такие "ультразвуковые лупы" успешно создаются в нашем городе с конца 60-х годов прошлого века. Этим вполне можно гордиться,



Н.Е. Никитина на полевых испытаниях прибора

так как само явление акустоупругости было открыто только в 1959 году. Конечно, это не "Ракеты" с "Метеорами" или "МИГи" – достижения, известные каждому нижегородцу. Однако успехов в применении приборов, разработанных на основе акустоупругого эффекта, за прошедшее время накопилось уже немало.

Например, мне довелось участвовать в свое время в создании и апробации методов контроля многоразового космического корабля "Буран". Правда, было немного обидно, что места для измерения напряжений определили нам не на красивых обводах конструкции, а в самом "хвосте", где расположены двигатели. Но потом, после аварии "Челленджера" из-за повреждений твердотопливного ускорителя, обид весьма поубавилось.

Теперь уже и "Буран" стоит "на приколе" в московском Парке им. Горького, того и гляди, кончатся деньги и на такое его "жизнеобеспечение". Однако новейшим приборам для неразрушающего контроля деформаций (напряжений) в материалах и конструкциях такое печальное будущее, похоже, не грозит. Сейчас они выпускаются в различных модификациях нижегородскими фирмами ООО "ИНКОТЕС", АНО "НИЦ КД" совместно с ООО "Интеллект-НН", а научным и методическим центром разработок является недавно созданный Институт проблем машиностроения РАН. И мне, вместе с прибором, суждено было спуститься "с космических высот" буквально в канаву с раскопанным в ней трубопроводом – вот ведь какой непредсказуемой бывает судьба ученого в эпоху конверсии и перехода науки на "мирные" рельсы. Совместно с коллегами по ООО "ИНКОТЕС" пришлось приспособлять достигнутые в период расцвета ВПК успехи к проблемам предотвращения аварий на трубопроводном транспорте путем измерения напряжений в трубных сталях, вплоть до регистрации достижения ими опасных величин.

Впрочем, это действительно актуальная область для применения таких разработок, поскольку трубопроводов в нашей нефтегазодобывающей стране огромное количество. Знание реальных значений действующих в трубопроводах напряжений необходимо для назначения сроков их безопасной эксплуатации и предотвращения аварий по причине изношенности или непроектных нагрузок.

Вот неполный перечень тех задач, которые могут быть решены с помощью современных ультразвуковых приборов для определения напряжений в конструкционных материалах:

- 1) контроль изменения нагрузок в процессе испытаний и ремонтных работ;
- 2) оценка величины остаточных напряжений, возникающих при технологической обработке металла, в том числе при сварке;
- 3) выявление превышения напряжениями допустимых величин;
- 4) определение напряжений, возникающих при монтаже и эксплуатации крупногабаритных конструкций;
- 5) проверка правильности результатов прочностных расчетов.

Многие из этих задач уже успешно решены, другие решаются в настоящее время. Надеюсь, в скором времени огромная польза ультразвука станет очевидной не только в области биологии и медицины, но и в промышленности, и на транспорте (в том числе трубопроводном).

*Н.Е. Никитина, д. т. н.,
главный научный сотрудник ИПМ РАН*

Алмазы для новейшей электроники

Институт прикладной физики РАН в 2013 году получил 90 млн. рублей в качестве мегагранта Правительства РФ на выполнение проекта по выращиванию искусственных алмазов для мощной высокочастотной электроники. Речь идет о полупроводниковом CVD-алмазе (англ. Chemical vapor deposition – химическое парофазное осаждение). Проект выполняется в тесном сотрудничестве с учеными Санкт-Петербургского электротехнического университета (ЛЭТИ).

Ведущим ученым проекта выступает известный американский ученый доктор Дж. Батлер (J. Butler), признанный мировой авторитет в области CVD-технологий, долгие годы руководивший сектором газовой и поверхностной динамики в Военно-морской исследовательской лаборатории (NRL), Вашингтон.

Основы современных успехов ИПФ РАН в области развития плазмохимических технологий были заложены в 1970–80-е годы, когда под руководством В.Б. Гильденбурга и А.Г. Литвака были выполнены фундаментальные теоретические и экспериментальные исследования газового разряда в поле микроволнового излучения. «Алмазная тематика» ИПФ РАН получила развитие в лаборатории физики СВЧ-разряда и синтеза углеродных материалов, где под руководством д.ф.-м.н. А.Л. Вихарева ведутся исследования в области газофазного синтеза алмазов (В №2 за 1913 г. «Нижегородский потенциал» помещал интервью с А.Л. Вихаревым на страницах рубрики «Формула успеха». – Ред.). Сегодня ИПФ РАН является наиболее успешной научной организацией в стране, занимающейся вопросами алмазных полупроводниковых материалов, которые позволят в перспективе создать более совершенные электронные устройства нового поколения.

Изначально интерес к выращиванию алмазных пленок был вызван конкретной потребностью института в алмазных окнах для выпускаемых им совместно с НПП «ГИКОМ» мощных гиротронов. А.Л. Вихареву и его сотрудникам удалось не только освоить метод выращивания поликристаллического алмаза, но и усовершенствовать его, создав оригинальный лабораторный CVD-реактор и разработав технологию скоростного выращивания алмазных пленок. Затем была построена и запатентована в зарубежных странах первая промышленная установка (2009).

Поликристаллические алмазные пленки, выращенные по CVD-технологии, имеют характеристики, близкие к характеристикам натурального алмаза, поэтому они находят применение в лазерной технике, оптике. Важным качеством этого материала является его высокая теплопроводность (в пять раз выше, чем у меди), благодаря этому он находит применение в традиционной микроэлектронике для создания теплоотводов. При такой высокой скорости отвода тепла возникает возможность создания СВЧ-транзистора большей мощности и меньшего размера.

Однако алмаз сам может стать основой для создания новой элементной базы электроники, и подобными разработками активно занимаются в мире. Уже нашли свое применение нанокристаллические пленки, которые являются другим типом алмазных пленок и отлича-

ются большей однородностью, меньшей шероховатостью. Они применяются для акустических электронных устройств, в узкополосных фильтрах радиочастотного и микроволнового диапазона, а также в качестве катодов с холодной эмиссией электронов. Но практически неисчерпаемые возможности в микроэлектронике открывают искусственные монокристаллы алмаза. Выращенные из газовой фазы, высокочистые, они обладают высокой степенью кристаллического совершенства. Получить широкозонный алмазный полупроводник можно уже во время его синтеза путем легирования, добавляя контролируемое количество атомов бора в газовую смесь. Лаборатория в ИПФ РАН под руководством А.Л. Вихарева на протяжении последних пяти лет занимается разработкой такой технологии, которая давала бы возможность использовать уникальные характеристики монокристаллических алмазных пленок для создания электронных приборов в уже существующих технологических линиях.

Доктор Дж. Батлер так отозвался о начале работ по проекту: «У большинства стран нет возможности профинансировать такие крупномасштабные проекты. В российском проекте есть три вещи: во-первых, размер гранта и, соответственно, возможность работать над очень важными и сложными задачами. Два других фактора – это интеллектуальный и технический потенциал ИПФ РАН, его установки по выращиванию алмазов, наработанная технологическая база. И это, безусловно, преимущество с точки зрения реализации программы, потому что мне не приходится начинать с нуля. Мне не нужно строить собственную лабораторию – у нас она уже есть, и в ней превосходные производственные условия для выращивания алмазов. Это послужит нам основанием для построения направления электроники на базе алмазов и, соответственно, мы используем выдающиеся способности ученых ИПФ РАН для разработки нового реактора на базе нового способа легирования алмаза, который получил название «дельта-допинг» – его применение позволит получить материал как с высокой подвижностью, так и с высокой плотностью носителей. У Анатолия Вихарева прекрасная команда, на меня произвели большое впечатление квалификация его сотрудников и их идеи. А также интеллектуальный потенциал наших партнеров из ЛЭТИ.

Российские ученые, и особенно молодые российские ученые, известны в мире прекрасным образованием, квалификацией, математической и научной подготовкой и, насколько я успел заметить, у них замечательные творческие способности и их научный энтузиазм очень высок. Все это – прекрасный ресурс!»

Ирина Тихонова



А.Л. Вихарев и Дж. Батлер

Договор о сотрудничестве в области лазерных систем сверхвысокой пиковой мощности

Москва, 1 ноября 2013 г. Институт прикладной физики РАН и французская компания «Thales Optronique S.A.S.» заключили соглашение о сотрудничестве в области разработки сверхмощных лазерных систем, предназначенных для проведения научных исследований. Меморандум был подписан в рамках 18-го заседания Российско-французской межправительственной комиссии по вопросам двустороннего сотрудничества, приуроченного к встрече премьер-министра России Дмитрия Медведева со своим французским коллегой Жаном-Марком Эро. Взаимодействие двух организаций будет осуществляться в рамках проекта по созданию в Нижнем Новгороде Международного

центра исследований экстремальных световых полей (ЦИЭС), включающего в себя создание самого мощного в мире лазерного комплекса мощностью 200 петаватт ($1 \text{ ПВт} = 10^{15} \text{ Вт}$). Суммарный бюджет проекта должен составить около 1 миллиарда евро.

В рамках подписанного соглашения «Thales» предоставит ИПФ РАН доступ к своим разработкам в области создания лазерных систем петаваттной мощности, которые будут использованы при проектировании основных компонентов лазерной системы ЦИЭС. Создание такой установки поможет решить целый ряд научных задач в таких областях, как лазерно-плазменное ускорение заряженных



Лазерный комплекс PEARL-10

частиц, создание сверхярких источников рентгеновского и гамма-излучения, взаимодействие сверхинтенсивного лазерного излучения с веществом. Помимо фундаментального, данные исследования представляют большой практический интерес, ожидается, что их результаты откроют новые горизонты в медицине: будут созданы принципиально новые инструменты для визуализации биологических объектов, медицинским учреждениям станут доступны компактные и дешевые источники ионизирующего излучения, необходимые для

лучевой терапии раковых опухолей и др. Лазерные источники пучков заряженных частиц могут быть востребованы и в ядерных технологиях, например для переработки отходов атомной промышленности.

ИПФ РАН является одним из ведущих в России и мире центров по созданию и эксплуатации лазерных систем с высокой пиковой мощностью. В его стенах была спроектирована и построена первая в мире петаваттная лазерная система, основанная на схеме оптического параметрического усиления. На этой установке, получившей название PEARL (PEtawatt pARametric Laser), были проведены эксперименты по генерации пучков электронов с энергиями более 100 мегаэлектрон-вольт. Эти достижения стали причиной того, что ИПФ РАН отведена ведущая роль в реализации программы ЦИЭС.

Компания «Thales Optronique S.A.S.» является одним из крупнейших в мире разработчиков и поставщиков мощных лазерных систем. В 2012 году ею разработан и установлен в Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса (Беркли, Калифорния, США) лазер «BELLA» пиковой мощностью 1 петаватт. Это первая в мире система такой мощности, разработанная «под ключ». В настоящее время «Thales Optronique S.A.S.» занимается разработкой петаваттной лазерной системы в Румынии, где идет строительство научного центра ELI-NP, в рамках которого планируется создание двух лазерных систем мощностью 10 петаватт каждая. Тендер на их разработку также выиграла компания «Thales Optronique S.A.S.».

Артем Коржиманов

Руководитель научного фонда Германии посетил Нижний Новгород

По приглашению РАН Нижегородский научный центр 24–25 апреля 2014 года посетил ученый с мировым именем, президент Фонда имени Александра фон Гумбольдта профессор Гельмут Шварц. Инициатором приглашения выступил Институт металлоорганической химии РАН, в котором работают трое видных ученых, в разное время получивших поддержку фонда: чл.-корр. РАН И.Л. Федюшкин, проф. А.А. Трифионов, проф. С.Ю. Кетков.

По прибытии в Нижний Новгород профессор Г. Шварц посетил Институт прикладной физики РАН, где встретился с директором института, председателем ННЦ РАН академиком А.Г. Литваком. Между ними состоялась дружеская беседа, в которой А.Г. Литвак ознакомил высокого гостя с основными направлениями развития нижегородской академической науки и задачами, которые призван решать академический центр. В ходе беседы затрагивались и вопросы развития международной деятельности российских ученых, в том числе российско-германского сотрудничества. В качестве одного из ярких примеров А.Г. Литвак рассказал о крупнейшем международном проекте по созданию термоядерного реактора ITER, в котором Россия занимает одно из ведущих мест, а гиротроны, изготавливаемые в ИПФ РАН для разогрева плазмы в реакторе, исключительно важны для ожидаемого успеха проекта в целом.

Профессор Г. Шварц, в свою очередь, рассказал о ведущих научных центрах Германии и программах Фонда им. Александра фон Гумбольдта по поддержке зарубежных ученых, приезжающих в Германию для выполнения своих исследований.

Визит продолжился в ИМХ РАН, где у профессора Г. Шварца состоялась теплая встреча с коллегами – директором академиком Г.А. Абакумовым и группой ведущих ученых института. Во время обсуждения Г. Шварц отметил, что в России есть высочайшего уровня научные институты, например в области катализа, теоретической химии, химии элементов главных подгрупп, и вообще у России уникальные природные условия для развития химии, что, на его взгляд, является лучшим направлением для государственных инвестиций.

Но, тем не менее, отметил президент фонда, доля российских соискателей стипендий по сравнению с 90-ми годами заметно снизилась,

упало и качество заявляемых работ, и это не может его не беспокоить. Он также высказал предположение, что в российских институтах не способствуют продвижению научной молодежи для участия в подобных международных конкурсах или даже препятствуют выезду за рубеж из опасений невозвращения в родные лаборатории. В качестве другого примера он отметил возросшее число соискателей из Китая и Кореи, объяснив это именно активной государственной поддержкой. Коллеги ИМХ РАН отчасти согласились, что работа в зарубежных лабораториях расширяет научный кругозор молодого ученого, но, как заметил профессор А.А. Трифионов, снижение числа конкурсантов фонда не объясняется какими-либо запретами – это в большей степени обусловлено, возможно, нежеланием самих молодых ученых подвергать себя каким-либо менее комфортным условиям жизни и заметно возросшим уровнем поддержки науки в самой России.

После беседы профессор Г. Шварц представил сотрудникам института свою лекцию «Магия игры с молекулами: прелесть и смысл исследования, движимого любопытством».

Завершился визит президента Фонда им. Александра фон Гумбольдта посещением Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, где профессор Г. Шварц встретился с руководством университета и прочитал популярную лекцию для сотрудников и студентов.

Ирина Тихонова



Встреча Г. Шварца и Г.А. Абакумова

"Нижегородский ПОТЕНЦИАЛ"

Главный редактор – академик РАН А. Г. Литвак
Ответственный редактор – к.ф.-м.н. А. И. Малеханов

Адрес: 603950 Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, ННЦ РАН
Телефон: (831) 436 8352, факс (831) 436 2061
E-mail: nncras@appl.sci.nnov.ru

Редактор – Н. Н. Кралина.
Верстка А. А. Ереминой.

Отпечатано в ООО "Растр-НН", Нижний Новгород, ул. Белинского, 61