



# НИЖЕГОРОДСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

№1 (9), 2013 г.

ВЕСТНИК НИЖЕГОРОДСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

В НОМЕРЕ:

**стр. 4**

**Точки роста**

*Институт живых систем*



**стр. 7**

**Наука без границ**

*Светопроводящий союз*



**стр. 10**

**Формула успеха**

*Разговор с В.И. Шашкиным*



**стр. 13**

**Новые имена**

*Разговор с Д. Любовым*



## Отчет Нижегородского научного центра РАН о научно-организационной деятельности в 2012 году

ФГБУН Нижегородский научный центр (ННЦ) РАН ([www.nncras.ru](http://www.nncras.ru)) образован по решению Общего собрания РАН в 2008 г. В состав Центра входят 5 учреждений РАН, находящихся на территории Нижегородской области: Институт прикладной физики (ИПФ), Институт физики микроструктур (ИФМ), Институт химии высокочистых веществ (ИХВВ) им. Г.Г. Девятовых, Институт металлоорганической химии (ИМХ) им. Г.А. Разуваева и Институт проблем машиностроения (ИПМ), который образован в 2012 г. по решению Президиума РАН о преобразовании Нижегородского филиала ИМАШ им. А.А. Благодрава РАН в самостоятельный институт.

По состоянию на 31.01.2012 г. общая списочная численность сотрудников в институтах ННЦ РАН составила **1846** чел. (суммарная нормативная численность 1364 чел.), из них научных сотрудников – **820** чел., среди которых **7** действительных членов и **13** членов-корреспондентов РАН, **144** доктора и **387** 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 2012 г. в ННЦ РАН продолжались совместные исследования с Верхне-Волжским управлением Росгидромета в рамках подписанного ранее соглашения о сотрудничестве. Непосредственно в ННЦ РАН в тесном взаимодействии с ИПФ РАН выполнялись исследования в области физики атмосферы и атмосферного электричества при поддержке Правительства Нижегородской области и РФФИ. Дальнейшее развитие этих и ряда других работ планируется обеспечить путем создания совместной с Росгидрометом Лаборатории проблем окружающей среды и климата Земли.

Значительное внимание ННЦ РАН уделяет вопросам продвижения инновационных разработок институтов РАН, прежде всего на региональном уровне. С этой целью в качестве пилотного проекта создана информационная база научно-технологических компетенций институтов ННЦ РАН ([www.nncras.ru/competeishion.html](http://www.nncras.ru/competeishion.html)) как инструмент установления более тесных связей с промышленными предприятиями и отраслевыми НИИ региона, а также для поддержки деятельности Правительства Нижегородской области в сфере инноваций и трансфера технологий. В настоящее время в базе данных представлены более 30 компетенций по таким актуальным направлениям прикладных исследований и разработок, как новые материалы, технологии обработки и диагностики материалов, химические технологии, биомедицинские технологии, неразрушающий контроль, энергетика и ресурсосбережение, экология и мониторинг окружающей среды.

В тесном взаимодействии с ННЦ РАН работает Совет по науке и инновационной политике при Губернаторе Нижегородской области, созданный в целях реализации эффективной научно-технической, инновационной и промышленной политики на территории области путем консолидации усилий органов исполнительной власти, промышленных предприятий и научных организаций региона. В апреле 2012 года ННЦ РАН принял участие в мероприятиях, приуроченных к визиту в Нижегородскую область делегации руководителей ОАО «Роснано». На выставке предприятий и организаций Нижегородской области в сфере нанотехнологий, состоявшейся на площадке Нижегородского инновационного бизнес-инкубатора, были представлены передовые разработки ИПФ РАН, ИХВВ РАН, ИМХ РАН.

ННЦ РАН принял активное участие в проведении международного научно-промышленного форума «Будущее России» (Нижегород, 1–4 ноября 2012 г.). На инновационной ярмарке были представлены передовые разработки ИПФ РАН в области медицинского приборостроения: оптический когерентный томограф для диагностики раковых заболеваний и аппаратный комплекс для СВЧ-термоабляции опухолей.

В 2012 г. была продолжена международная научно-организационная деятельность ННЦ РАН в целях координации совместных планов исследований нижегородских ученых с зарубежными партнерскими организациями, а также представления инновационных разработок институтов на международных научно-технических выставках. Совместно с Министерством образования Нижегородской области ННЦ РАН организовал российско-германский семинар «Использование потенциала обмена знаниями между научными и образовательными учреждениями РФ и Германии в интересах развития технологического предпринимательства» и семинар «Программы международного научно-образовательного сотрудничества – новые перспективы интернационализации российской науки». В работе обоих семинаров приняли участие сотрудники нижегородских институтов РАН, вузов, малых инновационных предприятий.

Совместно с Министерством промышленности и инноваций Нижегородской области подготовлены выставочные стенды для участия делегации Нижегородской области в 4-й международной выставке технологий RoBoTICA 2012 (Милан, Италия), где были представлены новые лазерные технологии и устройства с их применением в медицине, методы и средства вибрационной диагностики узлов и механизмов (ИПФ РАН), новые оптические материалы на основе высокочистых веществ (ИХВВ РАН), технологии нанесения просветляющих покрытий (ИМХ РАН), технологии плазменного покрытия деталей узлов и механизмов, технологии создания функциональных материалов и композиций для повышения надежности корпусных деталей машин (ИПМ РАН).

В 2012 г. под эгидой ННЦ РАН продолжил свою деятельность Нижегородский научно-просветительский центр «Знание – НН» ([www.znanienn.ru](http://www.znanienn.ru)). В НГТУ и ННГУ состоялось 6 лекций общегородского цикла «Лекции ученых мира», вызвавших большой интерес слушателей и региональных средств массовой информации. Тематика лекций, представленных ведущими мировыми экспертами в соответствующих областях (в том числе российскими и иностранными членами РАН), охватывала широкий круг актуальных проблем современного естествознания: достижения современной астрономии и новые представления о строении Вселенной, морские природные катастрофы, астероидно-кометная опасность, человеческое сознание и мозг, флуоресцентные белки как средство изучения живых систем, перспективы сверхмощных источников оптического излучения. Кроме того, организованы циклы популярных лекций и семинаров нижегородских ученых в Нижегородской областной научной библиотеке, Приволжской академии аэрокосмического образования, интеллектуальном кафе-клубе «Циферблат», ряде школ города. В общей сложности проведены 16 таких лекций, ориентированных на различные аудитории слушателей.

### Тематика и финансирование научных исследований

В 2012 г. в институтах ННЦ РАН выполнено более 750 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, региональным программам поддержки науки и инноваций. Общий годовой объем финансирования всех выполненных работ в институтах ННЦ РАН составил **1802,3 млн. руб.** и существенно (на 32%) превысил уровень финансирования 2011 г.

По программам фундаментальных исследований Президиума и профильных отделений РАН выполнялись 153 НИР. Среди программ, в которых институты ННЦ РАН традиционно принимают наиболее значительное участие – программы Президиума РАН «Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов», «Фундаментальные проблемы импульсной силовоточной электроники», «Экстремальные световые поля и их приложения», «Фундаментальные проблемы нелинейной динамики», «Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов», а также ряд программ ОФН РАН. Суммарный объем бюджетного финансирования работ составил в 2012 г. **632 млн. руб.** (35% от общего объема), в том числе по программам Президиума и отделений РАН – **98,9 млн. руб.**

В рамках федеральных целевых программ в институтах ННЦ РАН выполнены 81 НИР и ОКР, в основном по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008–2015 годы», ФЦП «Разработка, восстановление и организация производства стратегических, дефицитных и импортозамещающих материалов и малотоннажной химии для вооружения, военной и специальной техники на 2009–2011 годы и на период до 2015 года». Суммарный объем финансирования этих работ, а также работ по программе государственной поддержки молодых ученых и ведущих научных школ (по грантам Президента РФ) составил **192 млн. руб.** (11% от общего объема).

По грантам РФФИ (включая международные и региональные проекты) в институтах ННЦ РАН выполнены 325 проектов с суммарным объемом финансирования **195,4 млн. руб.** (12% от общего объема).

Объем работ по контрактам и договорам с российскими и зарубежными заказчиками составил **753,8 млн. руб.** (42% от общего объема). Основной их объем (724,2 млн. руб.) выполнен в ИПФ РАН, который ведет ряд крупных работ 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, завершенных в 2012 г., могут служить:

– технология и установка эпитаксиального выращивания из газовой фазы слоев монокристаллического алмаза со скоростью 5–20 микрон в час на подложках искусственного алмаза с размерами до 8×8 мм; монокристаллы CVD алмаза толщиной от 20 до 1000 микрон, обладающие высоким кристаллическим совершенством и содержащие примеси менее 1 ppm, пригодны для создания электронных приборов различного назначения (ИПФ РАН);

– уникальная установка для исследования молекулярного состава газовых смесей и диэлектрических характеристик твердых тел, а также отражательных свойств поверхностей в широком диапазоне частот (100–500 ГГц), давлений (от нескольких атмосфер до  $10^{-5}$  Торр) и температур (от 370 до 4 К), позволившая провести контроль материалов отражающих поверхностей космического телескопа «Миллиметрон» (ИПФ РАН);

– алгоритм и технические средства реконструкции распределения акустической яркости на поверхности излучателя произвольной формы с помощью линейных антенн в ближней зоне излучения, разработанные для диагностики сложных виброактивных конструкций и механизмов (ИПФ РАН);

– технология и установка синтеза многослойных зеркал на основе La/B (La/B<sub>4</sub>C) с рекордными (до 59%) коэффициентами отражения при нормальном падении на длине волны 6,7 нм, что позволяет начать разработку стенов нанолитографии следующего поколения с рабочей длиной волны излучения в диапазоне до 8 нм (ИФМ РАН);

– технология и установка выращивания эпитаксиальных слоев Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te (x = 0,22–0,45) высокого качества на подложках из арсенида галлия диаметром до трех дюймов химическим осаждением из па-

рв ртути и металлоорганических соединений; пригодных для изготовления матричных ИК-фотоприемников с числом фоточувствительных элементов в строке до 10<sup>3</sup> (ИХВВ РАН);

– одностадийная технология синтеза пористых полимеров с функционализированной поверхностью пор путем фотополимеризации композиций олигоэфиракрилатов с инициаторами хинонового типа, позволившая получить эффективные гидрофобные фильтры, снижающие на порядок содержание воды в органических жидкостях, в том числе в жидких топливах (ИМХ РАН);

– ультразвуковой метод определения толщины металлических покрытий, на основе которого разработан и утвержден приказом Росстандарта № 699-ст от 08.11.2012 г. национальный стандарт ГОСТ Р 55042-2012 «Контроль неразрушающий. Определение толщины металлических покрытий акустическим методом» (ИПМ РАН).

В 2012 г. институтами ННЦ РАН получен 21 патент РФ на изобретения, 11 положительных решений о выдаче патента РФ по заявкам на изобретения и полезные модели, 4 зарубежных патента на изобретения, разработаны и утверждены приказами Росстандарта 2 национальных стандарта РФ.

### Взаимодействие с вузами и подготовка кадров

В целях ориентированной подготовки научных кадров в институтах ННЦ РАН и 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.

Значительную роль в подготовке научных кадров и их быстрой адаптации в профессиональной среде традиционно играют научные школы. Поддержка научных школ в институтах ННЦ РАН в 2012 г. обеспечивалась 6 грантами Президента РФ по программе государственной поддержки ведущих научных школ и 10 контрактами на проведение исследований коллективами научно-образовательных центров в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Выполнение соответствующих НИР способствовало квалификационному росту и закреплению научной молодежи в институтах.

Результативность работы институтов ННЦ РАН по подготовке научных кадров подтверждается большим количеством научных премий и грантов, получаемых молодыми учеными. В частности, в 2012 г. в рамках впервые проведенного конкурса РФФИ «Мой первый грант» 66 молодых ученых и аспирантов получили поддержку своих исследований; стипендию Президента РФ для молодых ученых (утвержденную в 2012 г.) получили 14 человек.

При институтах ННЦ РАН в 2012 г. работали 5 диссертационных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций. В очной аспирантуре при институтах ННЦ РАН проходили обучение 89 аспирантов, защищены 6 докторских и 29 кандидатских диссертаций.

### Издательская деятельность

ННЦ РАН не осуществляет самостоятельной издательской деятельности, за исключением ежеквартальных выпусков научно-информационного издания «Нижегородский потенциал». Регулярная деятельность по изданию сборников научных трудов, монографий и других материалов осуществляется непосредственно в институтах ННЦ РАН.

### Награды и премии

В 2012 г. сотрудники институтов ННЦ РАН были награждены отечественными и международными научными премиями, персональными грантами различных фондов поддержки ученых: премией им. А.А. Андропова РАН (проф. В.И. Некоркин, ИПФ РАН); премией им. Л.И. Мандельштама РАН (проф. Г.М. Фрайман, ИПФ РАН); премией Международного общества по изучению цунами (проф. Е.Н. Пелиновский, ИПФ РАН); 9 грантами Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых в номинациях «доктора наук» и «кандидаты наук», 1 грантом Фонда «Династия» для молодых кандидатов наук.

*«Точки роста» – новая рубрика нашего вестника, созвучная по смыслу его названию. В ней планируется помещать материалы о новых перспективах нижегородской науки на стыке различных ее направлений, о новых формах организации исследований, призванных воплотить эти перспективы в реальность. В первом материале речь пойдет о создании нового института в структуре ННГУ, получившего название «Институт живых систем». Организация института стала результатом прочных интеграционных связей ИПФ РАН в этой междисциплинарной и очень современной области исследований сразу с двумя вузами города – ННГУ и НГМА. Такая широкая интеграция академической и вузовской науки – явная предпосылка для возникновения целого набора «точек роста» новых результатов и крупных совместных проектов.*

## Институт живых систем

9 ноября 2012 года в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского – Национальном исследовательском университете (ННГУ) состоялось торжественное открытие НИИ «Институт живых систем».



*Событие знаковое не только для ННГУ, но и для всей научной общности города.*

*Своим мнением по этому поводу поделился научный руководитель НИИ «Институт живых систем» член-корреспондент РАН Александр Михайлович Сергеев, зам. директора по научной работе ИПФ РАН, профессор ННГУ.*

– Открытие нового НИИ «Институт живых систем» при ННГУ им. Н.И. Лобачевского произошло не случайно. Исторически так сложилось, что в Нижнем Новгороде академическая и вузовская наука неразрывно связаны между собой. Современная научная площадка только придаст новый позитивный импульс совместным исследованиям, которые касаются как собственно биологической науки, так и связанных с ней междисциплинарных направлений, нарабатанных в последние десятилетия. В качестве примера можно назвать возникновение тематики нелинейных волн, традиционно хорошо развитой в ИПФ РАН и университете, в такую сферу, как нейробиология. Это явилось своеобразной идеологической затравкой для формирования важного подразделения Института живых систем – Нейронаучного центра под руководством д.ф.-м.н. В.Б. Казанцева.

Начало было положено созданием в университете кафедры нейродинамики и нейробиологии, на которой физические процессы активности мозга стали одним из главных объектов исследований с использованием представлений и аппарата теории нелинейных колебаний и волн. Следующим важным шагом стало наше сотрудничество с выдающимся нейробиологом К.В. Анохиным, членом-корреспондентом РАН и РАМН, работающим теперь в НИЦ «Курчатовский институт». Он всегда выступал и выступает за тесную интеграцию биологов и физиков в изучении мозга. Под влиянием К.В. Анохина в Нижнем Новгороде появилась тематика «мозга в пробирке» – выращивание искусственных культур мозга из настоящих клеток нервной ткани. А далее случилось так, что еще один крупный ученый, сотрудник Института мозга РИКЕН (Япония) и выпускник ННГУ Алексей Семьянов проявил интерес к активности нижегородских ученых, результатом чего стало подписание тройственного соглашения между ННГУ, ИПФ РАН и Институтом мозга РИКЕН о создании в рамках ННГУ учебно-научной лаборатории «Нейроимитирующие информационные системы и нейродинамика». Со временем она стала «зеркальной» по отношению к японской лаборатории в РИКЕНе. Это были важные шаги, предшествующие созданию Института живых систем.

Другое направление междисциплинарных биофизических исследований в Институте живых систем – это развитие методов и инструментов для оптического биоимиджинга в экспериментальной онкологии. Оно базируется на известных достижениях нижегородских ученых в области оптической томографии биотканей и занимается изучением онкогенеза в генно-модифицированных животных. В универси-

тете это направление развивается на кафедре биофизики в лаборатории под руководством к.б.н. И.В. Балабаевой. Кафедра успешно сотрудничает еще с одним известным российским ученым С.М. Деевым, членом-корреспондентом РАН, руководителем лаборатории молекулярной иммунологии Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова – главного биологического института РАН. Исследования в области экспериментальной онкологии дают хорошие результаты, и это направление уже само себя поддерживает благодаря получению различных научных грантов.

Третьим направлением в становлении Института живых систем оказались исследования в области биологии развития и регенеративной медицины под руководством д.м.н. Е.В. Загайновой, зам. директора Института прикладной и фундаментальной медицины (ИПФМ) НГМА и зав. кафедрой биомедицины в ННГУ. Хорошо известно, особенно после присуждения Нобелевской премии по медицине и физиологии в 2012 году, что развитием клеток, и следовательно формированием биотканей, можно управлять путем их перепрограммирования и изменения потенции (т.е. способности дифференцироваться в другие типы клеток). Это самый передний край науки с огромными и даже, возможно, еще не до конца осознанными горизонтами для индивидуализированной медицины будущего. С другой стороны, это направление граничит с экспериментальной онкологией, в которой изучаются клеточные мутации в онкогенезе, и с нейробиологией, в которой проблема восстановления клеток нервной ткани имеет особую важность. Поэтому некоторые методы исследований, в частности флуоресцентный биоимиджинг с использованием генно-инженерных конструкторов, являются общими для всех трех основных направлений деятельности Института живых систем.

Наряду с перечисленными направлениями необходимо также отметить очень интересные исследования, которые ведутся в ННГУ и войдут в деятельность Института живых систем посредством создания новых лабораторий: «Электрофизиологии и моделирования сердца» (руководитель – д.ф.-м.н. Г.В. Осипов); «Электрофизиологии растений» (руководитель – директор Института живых систем д.б.н. В.А. Воденев); «Биологической и медицинской химии» (руководитель – д.х.н. А.Ю. Федоров).

Важным шагом к открытию Института живых систем в ННГУ стала реализация мегагрантов, которые университет получил в последние три года на поддержку исследований, в том числе в области нейробиологии и биомедицинской диагностики. Это проекты «Внеклеточный матрикс мозга как детерминант межклеточных коммуникаций и мишень терапевтических воздействий», ведущийся под руководством проф. А.Э. Дитяева (Итальянский институт технологий), и «Радиофизические принципы биомедицинских технологий, медицинского приборостроения и акустической диагностики», ведущийся под руководством академика О.В. Руденко (МГУ). Для получения первого из этих двух крупнейших грантов очень важным заделом стали исследования под руководством проф. И.В. Мухиной, руководителя Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ) НГМА. Она была одним из идеологов этого проекта, но поскольку его тематика объединяла собой исследования и ИПФ РАН, и ННГУ, и НГМА, то было принято решение о его реализации в университете. Зеркальной выглядит история с получением другого мегагранта в НГМА – по флуоресцирующим белкам под руко-

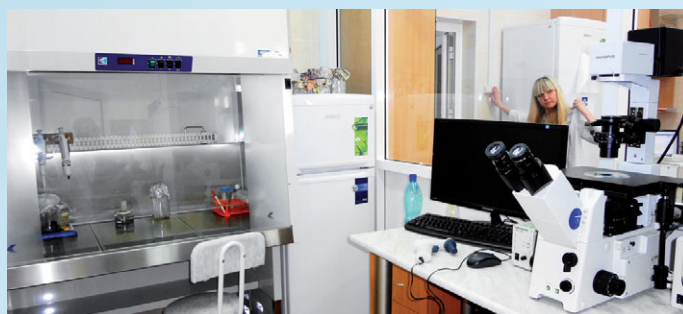


водством академика С.А. Лукьянова (Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН). Эти исследования развивались в основном в ИПФ РАН и ННГУ, но технически оказалось удобным организовать подачу заявки на грант из НГМА. Грант был получен, и в результате этот проект, так же как и два других, эффективно реализуется в настоящее время сотрудничеством всех трех организаций.

Выполнение этих крупных междисциплинарных проектов особенно наглядно отражает консолидацию ученых разных специальностей в области живых систем в Нижнем Новгороде: биохимики получают и исследуют флуоресцирующие белки, медики проводят эксперименты с биологическими объектами (животными), которым вводятся эти белки, а физики создают оборудование, с помощью которого можно видеть эти белки в живом организме и контролировать динамику новообразований. Таким образом, Институт живых систем, по сути, стал еще одним объединяющим звеном между ННГУ, ИПФ РАН и НГМА.

Конечно, здесь нельзя не подчеркнуть помощь государства, которое в последние годы активно поддерживает вузовскую науку. В результате конкурса ННГУ получил статус национального исследовательского университета и значительные средства на обновление материально-технической базы науки. Оборудование, которое приобретено для оснащения Института живых систем на сумму более двухсот миллионов рублей, является в значительной части уникальным для России. Достаточно упомянуть комплекс сканирующей лазерной конфокальной и двухфотонной микроскопии, оснащенный фемтосекундными лазерными источниками и автоматическими микроманипуляторами, что позволяет реализовывать весь спектр современных методик функционального имиджинга клеточных и субклеточных структур.

Научные направления, в которых проводят свои исследования ученые в Институте живых систем, пока не однородны в своем развитии, но среди них есть такие, где уже видны хорошие результаты. Например, исследования в области нейробиологии на сегодняшний день являются признанными не только в России, но и за рубежом. Хорошо стартовали экспериментальная онкология и биология развития. В повестке дня также развитие таких новых научных направлений, как радиобиология, с участием еще одного партнера в лице Российского федерального ядерного центра – ВНИИЭФ (г. Саров) и синтетическая биология – новое направление, в котором, возможно, наиболее ярко заиграет сотрудничество биологов и физиков с целью создания и изучения клеток с относительно простым составом генома, экспрес-



сия которого детально описывается физико-математическими моделями. Кстати, это направление имеет прямой выход в биоинженерию.

Можно с уверенностью сказать, что Институт живых систем обеспечивает современные условия для консолидации потенциала всей нижегородской науки, как академической, так и вузовской. И это подкрепляется такими важными факторами, как: 1) наличие сильных научных школ в смежных областях науки; 2) консолидированное желание заниматься междисциплинарными исследованиями; 3) создание условий для привлечения сильных биологов и биофизиков из других институтов страны и мира, которые бы видели здесь не конкурентов, а команду единомышленников, дающих им возможность реализовать то, что они не могут по разным причинам выполнить в своих лабораториях. Таким образом, НИИ «Институт живых систем» станет своеобразной универсальной научно-экспериментальной площадкой развития различных наук о жизни. Объединение исследователей разных дисциплин, широкие возможности проведения исследований на первоклассном оборудовании, интеграция научных центров страны и мира – все это позволит не только получать важные, в первую очередь для медицины будущего, научные результаты, но и будет способствовать повышению престижа научного труда, а это очень важно для привлечения талантливых молодых исследователей.

Биофизика – это одна из центральных наук XXI века, и ее развитие в Нижнем Новгороде, как показывает опыт создания нового института, не только возможно, но и очень перспективно. Более того, новый исследовательский институт может стать основой для возникновения зоны роста, поскольку фундаментальные исследования неизбежно откликнутся инновационными прикладными результатами.

*Записала И. Тихонова*

## ИННОВАЦИИ НАУКИ

*В этом выпуске мы открываем еще одну новую рубрику, в которой будем знакомить читателей с опытом институтов ННЦ РАН в области внедрения результатов научных исследований и использования их для разработки новых технологий, промышленной продукции и т.п. Сейчас эти вопросы особенно остры для институтов РАН: реализация инновационного потенциала научных исследований становится важным показателем результативности институтов и науки в целом. Важную роль в продвижении результатов научных исследований и доведении их до рыночной продукции играют малые наукоемкие предприятия.*

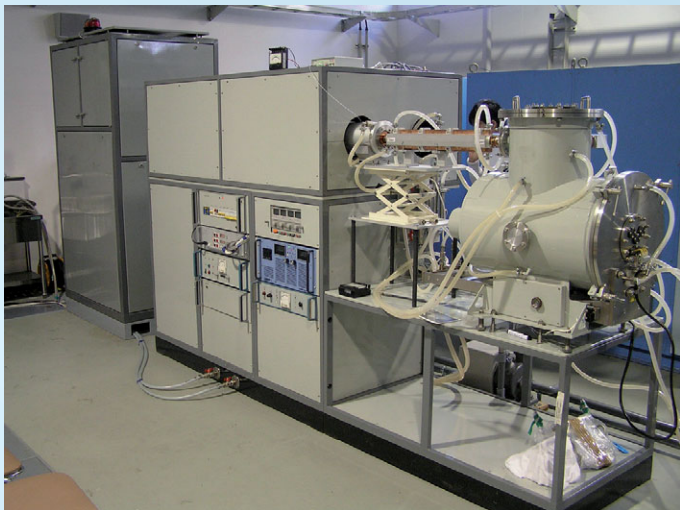
*В первой статье мы рассказываем об опыте ИПФ РАН, вокруг которого сложилась сеть малых предприятий, созданных сотрудниками института в целях реализации инновационного потенциала полученных ими результатов. Некоторые предприятия успешно работают уже более 20 лет, имеют значительные объемы заказов и надежную репутацию, другие созданы совсем недавно и только начинают поиск своего пути к потребителям.*

## Немалые достижения малых предприятий

С момента организации Института прикладной физики РАН принцип сочетания фундаментальных и прикладных исследований закладывался руководством института как один из базовых принципов работы. Основатель и первый директор института академик А.В. Гапонов-Грехов не раз подчеркивал, что в институте параллельно с фундаментальными исследованиями не только развивались прикладные и технологические направления работ, но «мы сами искали возможности для новых перспективных приложений своих фундаментальных результатов, искали заказчиков и доказывали им наши возможности».

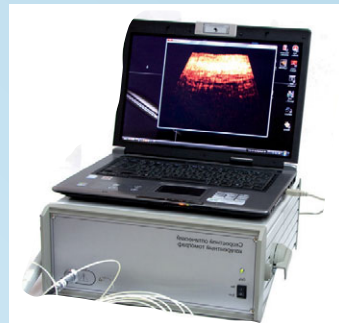
В начале 1990-х годов сотрудниками ИПФ РАН были созданы несколько малых наукоемких предприятий для коммерциализации ре-

зультатов научно-технической деятельности института. Большинство предприятий успешно преодолели трудные кризисные времена, твердо стоят на ногах и выпускают высокотехнологичную продукцию для медицины, транспорта, энергетики, создают мощные комплексы управления технологическими процессами, разрабатывают новые материалы, технологии и уникальные программные средства. Если раньше предприятия создавались только сотрудниками, то сегодня, с принятием ряда известных законодательных поправок, ИПФ РАН участвует в создании новых инновационных компаний, внося в их уставной капитал объекты интеллектуальной собственности. Организовано пять таких предприятий, и к настоящему времени «инновационный пояс» ИПФ РАН насчитывает полтора десятка предприятий.



разряд операций средней тяжести. Аппарат полностью коммерциализирован и находится в стадии инвестиционной готовности. В отличие от существующих зарубежных аналогов преимущество нашего аппарата заключается в применении более высоких частот, что позволяет удалять с высокой эффективностью самые мелкие объекты. Система охлаждения рабочей иглы-волновода тоже разработана непосредственно в ИПФ РАН и запатентована. Аппарат довольно компактный и стоит в несколько раз дешевле, чем аналогичные зарубежные приборы.

Также в области онкологии нашли свое применение другие известные разработки ИПФ РАН – линейка приборов оптического биоимиджинга (оптические когерентные томографы, оптические диффузионные томографы и их модификации). Основное назначение этих приборов – неинвазивная диагностика патологических новообразований в биологических тканях с высоким пространственным разрешением, причем на той их стадии, когда они практически не видны другими неинвазивными средствами. В этом перспективном направлении инноваций у ИПФ РАН и его партнеров – ООО «БиоМедТех» и ООО «Нижегородский лазерный центр» – также сложилось сотрудничество с рядом медицинских учреждений города и области, поскольку спрос на такие диагностические приборы очень велик.



Фактически сегодня ИПФ РАН представляет собой образец классического технопарка; научные идеи, вышедшие из недр института, в малых инновационных предприятиях доводятся до прототипов и действующих образцов. Затем разработки обеспечиваются пакетом необходимой технологической и конструкторской документации и реализуются на отечественном или зарубежном рынках.

Наиболее ярким и крупным представителем замкнутой инновационной цепочки ИПФ РАН является Научно-производственное предприятие ЗАО «ГИКОМ», которое осуществляет производство СВЧ-приборов различного назначения. Разработанные учеными ИПФ РАН гиротроны – источники мощного электромагнитного излучения в миллиметровых и субмиллиметровых диапазонах – были коммерциализированы совместно с фирмой «ГИКОМ» и рядом промышленных предприятий Нижнего Новгорода и Москвы. Сегодня гиротроны производятся и поставляются в научные и технологические центры многих стран мира, причем не только в виде самих источников излучения с требуемыми характеристиками, но и в составе технологических комплексов «под ключ». Функциональное назначение таких комплексов различно, в основном они создаются в целях обработки, модификации или создания новых материалов с помощью СВЧ-излучения. Самые мощные гиротроны (до 1 МВт) поставляются консорциумом ИПФ РАН – ГИКОМ для использования в крупном международном проекте – для создания международного термоядерного реактора (ITER), который строится в г. Кадараши (Франция). Это само по себе говорит об уровне авторитета и мирового признания этих инновационных результатов.

СВЧ-излучение гораздо меньшей мощности нашло свое применение в медицине, в частности в хирургии. Ярким примером разработок последних лет является прибор, позволяющий проводить онкологические операции с максимальной точностью – так называемый деструктор опухолей, который представляет собой очень тонкий волновод, напоминающий иглу, в который вводится излучение. Высокую эффективность операций обеспечивает точечный нагрев только той области, которая подлежит удалению, что позволяет уничтожать метастазы злокачественной опухоли в труднодоступных, с медицинской точки зрения, органах без травмирования здоровых тканей. А если учесть, например, способность такого органа, как печень, к регенерации, то в дальнейшем на месте, где были удалены недоброкачественные клетки, вырастают новые, здоровые. После успешного проведен-



ных клинических испытаний аппарат принят к использованию в Федеральном Приволжском областном медицинском центре. Этот метод позволил провести операции на печени, которые считались всегда тяжелыми из-за высокой кровенасыщенности, и перевести их в

Хорошие результаты и в области прикладной гидроакустики. В Центре гидроакустики ИПФ РАН при взаимодействии с Научно-технологическим центром «Мониторинг» разработан целый ряд гидроакустических приборов как гражданского, так и военного назначения. Большая часть этих приборов, комплексов, систем, включая блоки обработки данных и программное обеспечение, востребована в настоящее время в судостроении, например, для определения шумности корабля и его устойчивости к внешним воздействиям. На эти изделия планируется большой заказ от министерства обороны. Предполагается, что интересующая заказчика продукция будет выпускаться совместно ИПФ РАН и ОАО «Завод им. Г.И. Петровского», проведены все необходимые технологические согласования, выпущен полный комплект конструкторской и технической документации.

Взаимовыгодные договорные отношения в целях разработки и внедрения новых технологий у ИПФ РАН сложились и продолжают развиваться с РФЯЦ – ВНИИЭФ (г. Саров). В настоящее время во ВНИИЭФ строится передовая установка управляемого термоядерного синтеза (УТС), которая основана на сверхмощном лазерном нагреве и последующем сжатии термоядерной мишени, содержащей смесь дейтерия и трития (это схема так называемого «лазерного термояда»). ИПФ РАН является субподрядчиком ВНИИЭФ по реализации этого крупного проекта и решает при этом как научные задачи, связанные с созданием мощного лазерного комплекса, так и практические, инженерного характера, например, по разработке элементной базы этой сложной установки, выполнению конкретных расчетов и т.д. Например, необходимыми компонентами установки являются такие уникальные по своим характеристикам элементы, как кристаллы большой апертуры, в которых происходит требуемое преобразование лазерного излучения, ячейки Поккельса, блоки питания и зарядки аккумуляторных батарей. Строительство установки лазерного УТС в Сарове является национальным проектом, в мире подобные комплексы можно сосчитать на пальцах, и реализуемый с участием ИПФ РАН российский лазерный комплекс будет одним из самых мощных.

«История успеха» не ограничивается только приведенными примерами инновационной деятельности ИПФ РАН и его партнеров – малых предприятий. Принципиальным моментом на пути внедрения всех передовых научных результатов является то, что в основе всех инновационных прорывов лежат собственные фундаментальные результаты, полученные ранее непосредственно в лабораториях института.

*Алексей Кириллов, зав. сектором инновационных программ ИПФ РАН*

Разработки ИХВВ им. Г.Г. Десятых РАН в области создания волоконных световодов с предельно малыми потерями широко известны в стране и в мире. Начались они со световодов на основе высококочистого кварцевого стекла, первые образцы которых были получены в институте еще в середине 1970-х годов, и затем успешно продолжались путем использования новых материалов для волоконной оптики и новых технологий, позволяющих перейти к освоению спектральных диапазонов передачи оптического излучения, недоступных кварцевым световодам (см. интервью с чл.-корр. РАН А.Н. Гурьяновым в рубрике «Формула успеха», опубликованном в выпуске №1 за 2010 г.). Сегодняшний рассказ доктора химических наук Владимира Семеновича Щиряева знакомит читателя с опытом международного сотрудничества ИХВВ РАН в области создания волоконных световодов следующего поколения, предназначенных для передачи оптического излучения в перспективном для многих приложений инфракрасном диапазоне.

## Светопроводящий союз

В современном мире оптоволоконные средства связи на основе световодов из кварцевого стекла стали неотъемлемой частью нашей жизни. Однако кварцевые световоды непрозрачны в спектральном диапазоне длин волн выше 2,5 мкм. Поэтому идет активный поиск новых материалов для использования все более широкого оптического спектра, включая инфракрасный диапазон.

Средняя ИК-область электромагнитного спектра определяется в диапазоне длин волн 3–25 мкм и покрывает важные спектральные окна атмосферы с длинами волн 3–5 и 8–12 мкм. Излучение среднего ИК-диапазона несет информацию о присутствии и температуре нагретых тел, является удобной формой энергии для обработки материалов и биологических тканей.



Это дает возможность применять ИК волоконные световоды в лазерной хирургии и химической технологии. Частоты колебаний различных химических связей и функциональных групп также лежат в средней ИК-области. Поэтому использование ИК-световодов позволяет реализовать качественный и количественный дистанционный анализ газов, паров и жидкостей, а также проводить контроль окружающей среды. Из стеклообразных материалов среднего ИК-диапазона для получения оптических световодов наиболее пригодны и изучены халькогенидные и фторидные стекла.

Халькогенидные стекла известны с XIX века. Впервые хорошее пропускание в аурипигменте ( $As_2S_3$ ) было описано в 1870 году. Но только после повторного открытия Фрериксом (США, 1950 г.) стекла  $As_2S_3$  и получения первых образцов оптических световодов халькогенидные стекла стали рассматриваться как материалы для волоконной оптики. Халькогенидные стекла показали хорошую прозрачность в средней ИК-области. Однако оптические потери в первых световодах были высоки, поэтому Фрерикс впервые указал на примесно-чувствительную особенность халькогенидных стекол. С середины 50-х годов в науке наблюдался бум исследований халькогенидных стекол, этой тематикой занимались десятки лабораторий во всех развитых странах. В первую очередь это было связано с наличием у них полупроводниковых свойств.

Значительный вклад в изучение различных составов халькогенидных стекол и их полупроводниковых свойств внесли в 50-х – 60-х гг. сотрудники ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН (Н.А. Горюнова и Б.Т. Коломиец), а в изучении оптических свойств – ГОИ им. С.И. Вавилова (В.Ф. Кокорина, Л.Г. Айо и др.). Лидерство российских ученых в этих исследованиях всегда было бесспорным. В это время были развиты методы очистки халькогенов от примесей металлов, изучены методы получения и основные физико-химические свойства большинства составов халькогенидных стекол.

Достижение в начале 70-х годов фирмой Corning Glass (США) оптических потерь в кварцевых световодах на уровне 1–5 дБ/км послужило не только началом бурного развития на их основе волоконно-оптических систем связи, но и толчком для активного поиска и развития других оптических материалов для получения волноводов с новыми перспективными свойствами для телекоммуникации и оптоэлектроники. Так, во Франции в 1974 году в Лаборатории стекла и керамики Университета г. Ренн под руководством профессора Жака Люка

был открыт новый класс оптических материалов – фторидные стекла, состоящие из фторидов циркония, бария, алюминия, натрия и других элементов. Диапазон пропускания фторидных стекол простирается от УФ-области до средней ИК-области, а их способность растворять редкоземельные элементы открывала возможность для разработки волоконно-оптических лазеров и усилителей. Теоретические оценки минимальных оптических потерь в халькогенидных и фторидных световодах по расчетам российских и американских физиков были на 2 порядка ниже, чем в кварцевых световодах, и приходились на среднюю ИК-область.

Тогда, в начале 80-х годов прошлого века, в мире поднялась волна большого интереса к исследованию таких стекол и световодов с целью достижения сверхнизких оптических потерь и их использования в системах коммуникации. Халькогенидные и фторидные стекла и световоды начали широко разрабатываться в лабораториях США, Франции, Японии, Германии, Чехии, во многих отечественных институтах. Методы синтеза стекол и методы их очистки еще не были развиты, а в качестве исходных веществ использовались промышленные элементы, содержание лимитируемых примесей (кислород, водород, углерод) в них было значительным, поэтому оптические потери в этих световодах были высоки, выше 500 дБ/км.

В конце 70-х годов получением халькогенидных стекол и световодов начали заниматься и в Горьком – в Институте химии АН СССР (теперь Институт химии высококочистых веществ РАН) в лаборатории химии высококочистых бескислородных стекол под руководством М.Ф. Чурбанова. Здесь уже были проведены значительные исследования по методам очистки халькогенов (S, Se и Te), поэтому при синтезе халькогенидных стекол использовались не коммерческие исходные элементы, а высококочистые, после специальной очистки. К 90-м годам были разработаны методы получения высококочистых стекол на основе сульфида и селенида мышьяка, получены световоды с минимальными оптическими потерями 23–100 дБ/км, а позднее, в 2008 году, и 12 дБ/км в средней ИК-области. По чистоте получаемых стекол и по уровню оптических потерь в световодах наша лаборатория вышла на лидирующие позиции. Поэтому к российским ученым и их работам было повышенное внимание всех исследователей халькогенидных стекол в мире, в том числе на регулярно проводимых международных конференциях по неоксидным стеклам.





Знаменитая яблоня у дома Исаака Ньютона

Мое знакомство с халькогенидными стеклами началось в 1981 году с курсовой и дипломной работ, когда мне, студенту-физику ГГУ им. Н.И. Лобачевского, повезло выполнять их в Лаборатории химии высокочистых бескислородных стекол ИХВВ. Руководил моей работой профессор М.Ф. Чурбанов. Интересная тематика по получению инфракрасных стекол и световодов меня увлекла, и, несмотря на то что по окончании университета я стал работать в институте физического профиля, с ИХВВ РАН связи не прерывал, а в 1985 году перешел туда на постоянную работу и стал аспирантом. В лаборатории тогда велись исследования по двум направлениям: одна группа занималась халькогенидными стеклами и световодами, другая, соответственно, фторидными. Мои исследования принадлежали второй группе, т. е. я занимался синтезом и исследованием фторидных стекол и вытяжкой световодов из них. Поскольку в то время тематикой фторидных стекол активно занимались во всем мире, проходили встречи и обсуждения результатов и проблем на различных международных семинарах и симпозиумах, в которых я также принимал участие. В наш институт приезжали ведущие ученые из различных стран (Жак Люка из Франции, Харрингтон, Аггарвал и Сангера из США, Анжела Седдон из Великобритании, Филипп Рассел из Германии и др.), и наши достижения их впечатляли, особенно в области очистки исходных компонентов, получения высокочистых образцов стекол и световодов с малыми оптическими потерями.

В начале 90-х годов, уже после защиты мною кандидатской диссертации по исследованию кинетики кристаллизации фторидных стекол, интерес в мире к световодам из фторидного стекла пошел на убыль, так как были достигнуты максимально возможные результаты по снижению трансляционных потерь в кварцевых световодах. В связи с этим тематика нашей лаборатории и большинства зарубежных лабораторий по ИК-материалам сконцентрировалась на халькогенидных стеклах, имеющих большие перспективы для передачи излучения волн среднего ИК-диапазона, в первую очередь для передачи мощного лазерного излучения, а также для создания ИК волоконно-оптических лазеров и усилителей и нелинейных устройств.

Наш интерес к зарубежным исследованиям также был очень высок. Широкие исследования инфракрасных стекол открывали новые применения этих материалов в волоконной оптике и оптоэлектронике. Высокая растворимость редкоземельных элементов во фторидных стеклах и стеклах системы Ga-La-S способствовала новому витку исследований по развитию на их основе волоконно-оптических лазеров и усилителей. Высокая нелинейность халькогенидных стекол стимулировала волну исследований в области разработки волоконных источников накачки и генераторов суперконтинуума среднего ИК-диапазона. Открытие микроструктурированных световодов, обладающих уникальными свойствами, и их широкое развитие на кварцевых стеклах послужили толчком начала работ по получению их из

халькогенидных стекол. Мы встречались с зарубежными учеными на международных конференциях, по их приглашению посещали научные лаборатории, проводили совместные исследования. В ряде научных лабораторий Франции, Бразилии, Англии мне довелось лично проводить научные исследования.

Устойчивый интерес к нашим исследованиям, нашим высокочистым веществам и халькогенидным стеклам сохраняется со стороны некоторых институтов и университетов США, Англии, Франции, Канады, Германии, Китая, Бразилии. С рядом зарубежных научных групп у нас завязались продолжительные партнерские связи по проведению совместных научных исследований, а также по поставке высокочистых образцов халькогенов, халькогенидных стекол и оптических световодов. Например, в 1995 году наша лаборатория заключила продолжительный научный контракт с китайским институтом полупроводниковых материалов из города Тяньцзынь по получению и исследованию халькогенидных световодов. В течение двух лет китайские специалисты работали в нашей лаборатории, нам приходилось целыми днями общаться с ними по-английски, читать им лекции, проводить не только совместные эксперименты, но и свободное время в выходные дни. Это было время приобретения большого опыта международного общения.

Одним из наших научных партнеров на протяжении многих лет остается Лаборатория стекла и керамики Реннского университета, в которой традиционно ведутся работы по получению материалов и световодов для средней ИК-области, поиск и полное исследование новых составов стекол для волоконной оптики. В этой лаборатории были открыты не только фторидные стекла, но и халькогалидные, прозрачные в спектральной области 1–25 мкм (1986 г.). Мы начинали наши научные связи с Реннским университетом по получению и исследованию фторидных стекол, а затем продолжили по халькогенидным стеклам. Так, в рамках совместных исследований по получению халькогенидных световодов я в 2003 году работал в этой лаборатории в качестве приглашенного ученого. По возвращению в ИХВВ РАН наши научные связи с Реннским университетом продолжились, и спустя короткое время оформились в большой совместный научный проект, который длился более шести лет. Основными целями этого проекта были исследования по созданию дистанционных химических сенсоров для анализа и контроля состава различных биологических и технических объектов и сред, а также разработка одномодовых световодов с областью пропускания 2–15 мкм для создания космического интерференционного телескопа по международному проекту Европейского космического агентства DARWIN для поиска жизни на других планетах. За это время была проведена серия совместных научных исследований, получены интересные и важные научные результаты, состоялся ряд обменных рабочих визитов, опубликовано более десятка научных статей.

Другой наш научный партнер – Университет г. Ноттингем (Великобритания), Лаборатория ИК-стекло под руководством профессора Анжелы Седдон. Проведены совместные исследования нелинейных свойств халькогенидных стекол, полученных в наших двух лабораториях. Сейчас ведутся работы по волоконно-оптическим лазерам и генераторам суперконтинуума на основе халькогенидных световодов, наши специалисты работают в Лаборатории Ноттингемского университета.

В заключение хочу сказать, что при разработке наукоемких оптических материалов и функциональных устройств, таких как ИК-световоды, полезна и целесообразна международная кооперация исследователей работ. Это связано не только с высокой технологичностью методов получения стекол и световодов требуемого оптического качества, но и с необходимостью развивать уникальные методики их исследований, расширять потенциальные области их использования. Расширение и углубление международных связей с ведущими лабораториями мира в разработке ИК-материалов способствует дальнейшему развитию волоконной оптики и оптического материаловедения.

*В.С. Ширяев, доктор химических наук,  
старший научный сотрудник ИХВВ РАН*



## Оптическая керамика в свете последних достижений

4 – 7 декабря 2012 года в Нижнем Новгороде в Институте прикладной физики РАН проходил Восьмой международный симпозиум по проблеме прозрачной керамики для приложений в фотонике при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Оптического общества Америки (Optical Society of America), программы Президиума РАН «Экстремальные световые поля и их приложения», а также Научного совета РАН по спектроскопии атомов и молекул. Цель ежегодного проводимого форума – обмен опытом между передовыми учеными – материаловедами, физиками и химиками, обсуждение современного положения дел в области оптической керамики, перспективы ее использования, формирование представлений о возможностях этой относительно новой области междисциплинарных исследований.

Этот единственный по данной тематике симпозиум ведет историю с 2005 года. Первой принимающей страной была Польша, затем Япония (2006), Франция (2007), Китай (2008), Испания (2009), Германия (2010) и Сингапур (2011). Российские ученые – активные участники всех каждого симпозиума. «И тот факт, что в Сингапуре было принято решение о проведении следующего собрания специалистов самого высокого уровня в России, в ИПФ РАН, уже само по себе является признанием российского вклада в мировую науку в данном направлении», – отметил председатель программного комитета 8-го симпозиума член-корреспондент РАН Ефим Аркадьевич Хазанов, заместитель директора по науке ИПФ РАН.

Тематика нижегородского форума охватывала широкий спектр проблем, отражающих основные направления развития оптической лазерной керамики: от проблемы синтеза высокочистых порошков и способов характеристики оптических свойств полученных образцов до обсуждения уже созданных на базе керамических активных элементов лазерных генераторов и усилителей. Основу рабочей программы составили 12 приглашенных докладов ведущих российских и зарубежных ученых из России, Украины, Германии, Великобритании, Китая, Сингапура, Кореи, Японии, они охватывали широкий комплекс экспериментальных и теоретических исследований последних лет.

«Керамика, – пояснил далее Е.А. Хазанов, – при определенных условиях способна взять на себя только все положительные свойства кристалла и стекла: от стекла – большие размеры, а от кристалла – высокую теплопроводность. Получаемый материал относительно недорогой и весьма доступный, если не оценивать как ноу-хау. Кроме того, кристаллы не всех веществ, которые хотелось бы применить в лазере, можно вырастить. И даже если удастся получить образцы,

то они бывают ничтожно малы, хотя получить керамику с химической формулой нужного вещества возможно. В мире, в основном в Японии, существует ряд таких образцов, которые уже успешно получают и продают. Отделение нелинейной динамики и оптики ИПФ РАН до последнего времени в большей степени исследовало оптическую керамику, изготовленную за рубежом. Замечу, что производством оптической керамики в мире занимаются всего несколько стран, в России же этим материалом начали заниматься относительно недавно. Однако к настоящему времени в результате сотрудничества институтов Нижегородского научного центра РАН (ИХВВ РАН и ИПФ РАН) впервые с использованием уникальных методик была изготовлена оптическая керамика, исследованы ее свойства и получена лазерная генерация».

**Слово участникам симпозиума по лазерной керамике.**

**О.В. Палашов,  
к.ф-м.н., зав. лабораторией  
термооптики твердотельных  
лазеров ИПФ РАН,  
председатель оргкомитета симпозиума:**



«Использование оптической керамики – наиболее интересное и весьма перспективное в мощных лазерах. Поэтому большое внимание в научных исследованиях необходимо уделять тепловым эффектам, которые являются, пожалуй, главным препятствием, ограничивающим среднюю по времени лазерную мощность. Эффекты возникновения тепловой деполяризации и тепловой линзы хорошо изучены и теоретически, и экспериментально. Однако в керамике есть эффекты, присущие только ей, – эффекты дисперсии деполяризации и ее фазы. Суть их проста. Поскольку лучи, находящиеся на расстоянии порядка размера зерна (гранулы) друг от друга, проходят через статистически независимый набор зерен, то дисперсия деполяризации приводит к пространственной модуляции (как амплитудной, так и фазовой) лазерного пучка. Следовательно, и поляризованная, и деполяризованная части излучения, прошедшего термонагруженный керамический элемент, всегда имеют мелкомасштабную пространственную модуляцию. Проявление этих и различных других эффектов в исследуемых керамических образцах не только позволяет изучать природу явлений, поднимая все выше и выше планку достигнутых мощностей, но может быть использовано как диагностика оптического и лазерного качества керамик, поскольку позволяет судить о поглощении и рассеянии излучения, границах и размерах гранул и т. д.

К настоящему времени, у лаборатории сложились крепкие международные связи, и наряду с отечественной оптической керамикой (на-

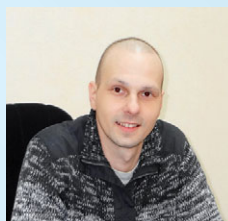


пример, керамикой  $\text{Yb:(YLa)}_2\text{O}_3$  – результатом нашего плодотворного сотрудничества с учеными ИХВВ РАН) мы исследуем и строим лазеры на керамиках, произведенных в Сингапуре, Китае, Италии, Японии. Хочу отметить, что плодотворному сотрудничеству очень способствуют такие мероприятия, как симпозиум по проблеме прозрачной керамики для приложений в фотонике, в организации которого нам посчастливилось участвовать».

$\text{Yb:(YLa)}_2\text{O}_3$  свидетельствует о том, что при ряде доработок созданная технология может найти широкое коммерческое применение.

Компактирование нанопорошков осуществляется различными методами: обычным одноосным прессованием, ударным прессованием при давлениях, достигающих сотни тонн на квадратный сантиметр, всесторонним обжатием в эластичных пресс-формах. На сегодня это наименее проработанный этап технологии, ограничивающий качество керамики».

**С.С. Балабанов, к.х.н.,  
с.н.с. лаборатории высокочистых  
оптических материалов ИХВВ РАН:**



«При получении беспористой керамики наиболее трудоемкими и важными стадиями для нас были синтез нанопорошков с развитой поверхностью и их упаковка для последующего спекания. Однако именно развитая поверхность нанопорошков являлась причиной затрудняющей компактирование: частицы слипаются, образуя вместо идеальной структуры пчелиных сот пустотную структуру коралловых рифов. Дело в том, что поры в компакте, превышающие размеры частиц, служат стоком различного рода дефектов, в том числе меньших по размеру пор, которые не только не исчезают, но увеличиваются в размерах при спекании. Излучение на них рассеивается и поглощается, что делает керамику непригодной применения в лазерах. Поэтому так важно было обеспечить оптимальное сочетание размера и формы порошков.

Наиболее перспективными для нас оказались нанопорошки на основе оксида иттрия, легированного редкоземельными элементами ( $\text{Yb:(YLa)}_2\text{O}_3$ ), которые были получены самораспространяющимся высокотемпературным синтезом. Суть метода заключается в приготовлении смеси, имеющей в своем составе окислитель, восстановитель и металлы в необходимом соотношении. Как в порохах, нагрев приводит к началу интенсивного горения такого состава. Образующиеся наночастицы оксидов не могут слипнуться из-за большого количества выделяющихся газов, которые фактически поддерживают частицы во взвешенном состоянии, не давая им соприкоснуться. Регулируя состав и вид окислителя и восстановителя, можно получать частицы от нано- до микронных размеров различной формы, но всегда очень однородные по химическому и фазовому составу. Оксид иттрия благодаря хорошему сочетанию оптико-механических характеристик находит все большее применение для создания лазерной керамики. Легирующий элемент – иттербий, ионы которого, встроенные в матрицу  $\text{(YLa)}_2\text{O}_3$ , превращают поглощенную энергию в лазерное излучение, на сегодня является наиболее перспективным для промышленного применения благодаря высокому КПД, обусловленному низким дефектом кванта. Полученная в ИПФ РАН генерация на керамике

«В совместном докладе сотрудников ИПФ РАН и ИХВВ РАН были представлены результаты исследований процесса получения оптической оксидной керамики спеканием при микроволновом нагреве. Легированная ионами редкоземельных элементов оптически прозрачная оксидная керамика является одним из наиболее перспективных материалов для создания твердотельных лазеров высокой мощности благодаря ее высоким физико-механическим, в частности термооптическим, свойствам. В ИХВВ разработан новый способ синтеза наноразмерных порошков, который позволяет получать высокочистые, слабоагломерированные порошки с узким распределением частиц по размерам и высокой однородностью распределения легирующего компонента. Перспективы использования микроволнового нагрева для спекания лазерной керамики обусловлены, в первую очередь, отсутствием нагревательных элементов в рабочих камерах. При объемном микроволновом нагреве спекание происходит в чистых вакуумных условиях, что является одной из необходимых предпосылок получения оптически прозрачной керамики. Компактированные из наноразмерных порошков образцы спекались на созданном в ИПФ РАН, не имеющем мировых аналогов гиротронном комплексе для проведения высокотемпературных процессов. Коллективом авторов впервые получена лазерная генерация на образцах керамики, спеченных при микроволновом нагреве».

**С.В. Егоров, к.ф.-м.н.,  
с.н.с. лаборатории микроволновой  
обработки материалов ИПФ РАН**



По итогам работы симпозиума было принято решение, в котором результаты совместного труда нижегородских ученых – химиков и физиков – отмечены как ведущие среди важных результатов последних лет. Такая высокая оценка говорит о том, что качественная лазерная керамика в Нижнем Новгороде получена, и у нее есть перспективы.

*И. Тихонова*

*Некоторые моменты работы симпозиума представлены на фотографиях по адресу: <http://www.8lcs.iapras.ru/photoshots.html>*

## ФОРМУЛА УСПЕХА

*Наш сегодняшний собеседник в этой традиционной рубрике – зав. отделом технологии наноструктур и приборов, зам. директора по научной работе ИФМ РАН д.ф.-м.н. Владимир Иванович Шашкин.*

### «Я считал, что организаторская работа важна для меня самого...»

– Владимир Иванович, традиционно наша беседа начинается с рассказа о себе: где вы родились, кто ваши родители, родственники?



– Родился в городе Выкса Горьковской области в 1959 году в семье инженера-металлурга и педагога. Моя мама с 18 лет всю жизнь проработала в школе – от учителя истории до директора. Они были почти ровесниками 20 века, так что повидать и испытать им пришлось немало. У ро-

дителей я был поздним ребенком (сестра старше меня на 20 лет), и поэтому часто о каких-либо исторических событиях, произошедших в нашем государстве в 20 веке, я узнавал не по книгам, а именно от родителей и более старших родственников. Родители вышли из больших и крепких крестьянских семей, живших на реке Оке. Одному моему дядюшке после выхода на пенсию удалось составить генеалогическое древо рода Шашкиных.

Земли, где предки проживали, издревле были монастырскими: достаточно глухие, и, возможно, благодаря этому сохранились церковные архивы. Так вот, фамилия Шашкиных свое начало берет со времени взятия Измаила. Эту фамилию взял мой предок Яков, сабельных дел мастер в армии Суворова. При штурме Измаила (1790) он потерял ногу. Был награжден: получил участок земли в деревне Черни-

ченка Меленковского уезда Владимирской губернии, где обосновался и позднее приобрел мельницу. С фамилией осталась некоторая неясность: одни семейные предания говорят, что Яков был кузнецом и хорошо делал шашки, а другие рассказывают, что это прозвище он получил за доблесть в управлении ими.

Родственников у меня было много, я очень любил, когда собирались вместе. Можно было бесконечно слушать рассказы старших о событиях, которые они пережили, о членах семьи, обо всем. Память моя хранит все события, произошедшие в семье, и особенно военных лет. Один из моих двоюродных братьев в 16 лет геройски погиб юнгой на Северном флоте, и его именем названа улица в Выксе. Дядя, живым вернувшийся с войны, всю жизнь носил осколок у сердца, а другой дядя, служивший в дальней авиации, летал бомбить Берлин, в 1942-м был сбит, взят в плен... Как-то я подсчитал, что только из двух наших родов с войны не вернулись 12 человек.

О судьбах моих родителей тоже можно написать отдельную книгу. Такое впечатление, что они прожили не одну, а несколько жизней. Например, отец по комсомольскому призыву участвовал в заготовке торфа в поселке Шатурторф и имел звание ударника первой пятилетки (1929–1933). Еще до начала войны он окончил Пермскую военную школу авиационных техников, стал техником-лейтенантом. Во время войны был одним из тех, кто перегонял с Аляски через Нарьян-Мар американские самолеты, поставляемые по ленд-лизу. Потом – 1-й Украинский фронт, вторая воздушная армия. В задачу его подразделения входило собирать с прифронтовой и нейтральной полосы наши сбитые самолеты и отправлять на ремонт. Для выполнения этой задачи подбирались самые отчаянные, потому что ползать за передовые позиции приходилось скрытно и ночью. Нужно было опередить немцев. Сначала обнаруживали самолет, потом цепляли его лебедкой и тачиле, часто под огнем противника. Нередко бывало так, что в самолете спасали и раненого летчика. Войну окончил с боевым орденом и медалями. Уже в мирное время он получил образование инженера-конструктора и приехал на работу в Выксу. Это был человек разносторонних интересов и удивительного жизнелюбия и оптимизма. Его девиз: «Все выше, выше и выше!». Мамина история не менее интересна.

**– Детство – очень важный этап в жизни человека, не зря мы так часто его вспоминаем. Расскажите, как вы росли, что на вас оказывало влияние.**

– Конечно, семья и то место, где мы жили. Тогда Выкса была патриархальным и очень красивым городом с глубокой историей металлургических заводов, построенных братьями Баташовыми. Мы с детства знали, например, что решетка Александровского сада ковалась на этих заводах и коней Большого театра отливали здесь. А еще Сухово-Кобылин «Свадьбу Кречинского» писал для театра в Выксе. Своим городом металлургов мы гордились. Все было связано с заводами. Мой отец работал на одном из них, был изобретателем, имел много рацпредложений. В доме часто собирались его друзья, коллеги. Поэтому с детства меня окружали технически грамотные люди. Да и по соседству жили в основном инженерно-технические специалисты. На первом этаже дома жил человек, который ремонтировал все му городу телевизоры (еще ламповые). Почти каждый сосед был чем-то примечателен, и с ними было легко общаться даже нам, детям.

А еще большое значение в моей жизни имел автомобиль, который был у нас в семье, и я с детства помогал отцу в гараже. Любовь к автомобилям осталась со мной на всю жизнь, и теперь уже для своей семьи я – «главный автомеханик». Но, справедливости ради, надо сказать, что эта моя техническая страсть существовала вместе с увлечением радиотехникой. Интерес к радиотехнике прививала нам учительница физики: в ее кабинете было много всяких технических «чудес», выполненных нашими руками. И журналы «Радио» и «Сделай сам» были любимыми. В то время уже стали доступны кое-какие радиодетали, что-то можно было выписать через Посылторг. И чего только ни собиралось тогда: приемники, колонки, усилители, радиостанции, позже светомузыка... И что удивительно, некоторые вещи прослужили очень долго. Например, когда в 1973 году у нас в семье появились зигули-«единичка», то я сделал ей редкое по тем временам электронное зажигание, и оно прослужило до середины 90-х.

Долго могу рассказывать и о школьных учителях. Это было поколение не просто увлеченных педагогов, но и людей, прошедших большую школу жизни, многие из них были опалены войной. Например, учительница русского языка с годовалым ребенком на руках только чудом избежала расстрела во время немецкой оккупации в Белорус-

сии. Учитель биологии три года войны был в батальонной разведке. Но, главное, наши учителя любили свое дело. То время было счастливым. Школу я окончил в 1975 году с золотой медалью, причем в начальной школе перешагнул через третий класс.

**– А что все-таки повлияло на выбор профессии?**

– Наверное, я бы занялся автомобилями, если бы не решил тогда, что в этой области все уже сделано. К выводу такому пришел, начитавшись разной технической литературы. А вот микроэлектронику, считал я тогда, ждет прогресс! Поэтому еще дополнительно три года занимался в заочных школах для школьников при МФТИ и МГУ. Такая форма обучения существовала при всех крупных вузах, но в Москву не поехал, а поступил на радиопизический факультет нашего университета им. Н.И. Лобачевского.

**– Чем хороша была ваша студенческая жизнь?**

– В университете был хороший туристический клуб. Там я получил навыки не только правильно и уверенно ходить на байдарках по рекам разной сложности, но и приобрел опыт руководителя походов. Водный туризм, сплав по горным рекам стали главным увлечением. Сплавливались мы по рекам Алтая, Саян, Кавказа, Западной Украины. Дошел до рек 5-й категории сложности. Самым замечательным, конечно, стало то, что на первом курсе на лекции по библиографии я встретил свою будущую жену, студентку ВМК, которая не сразу, но тоже пристрастилась к походам. Это было особое время с ощущением полного счастья, и ждали его целый год. Разве забудешь... Просыпаешься утром где-нибудь в Саянах раньше всех, потому что ты дежурный и надо варить завтрак, видишь перед собой горы, туман над рекой, а в реке плещется рыба... Но в той жизни была не только романтика. У меня сохранились дневники походов, из которых видно, что небольшая ошибка или расслабленность команды могли привести к ситуации выживания. Это достаточно жесткий вид спорта.



*В походе на байдарках по Куре*

На старших курсах увлекся единоборствами. В городе эти занятия были не очень доступны, но, поскольку мы содействовали милиции по обеспечению безопасности на железнодорожном транспорте и наш комсомольский отряд курировала Школа милиции, нам разрешили до пяти раз в неделю по три часа заниматься в спортзале Школы на Анкудиновском шоссе. Руководил нами квалифицированный тренер, который давал нам уроки единоборств в стиле Вадо-рю (с японского – «Путь гармонии»). Было интересно!

**– Ваша такая активность не отвлекала от учебы?**

– Скорее, переключала и разнообразила жизнь. А университет я окончил с красным дипломом. Уже на четвертом курсе знал, что буду работать в Институте прикладной физики АН СССР, поэтому расслабляться было нельзя.

**– А полупроводниковая тематика, как она пришла?**

– Опять методом выбора. Перед выходом на диплом я рассудил так: в вакуумной электронике больших мощностей уже трудится много народу, и там почти все сделано. А заниматься надо полупроводниковой электроникой, мне казалось, что это было самое перспективное направление: в воздухе витали разные идеи, требовавшие воплощения. Выполнять дипломную работу я пошел к А.М. Белянцеву, в его же отдел в ИПФАН пришел работать по окончании университета в 1980 году.

Приоритетом отдела, которым руководили А.М. Белянцев и А.А. Андронов, было создание новых источников электромагнитного излучения на основе полупроводников в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн. К решению этой задачи было не-

сколько подходов. Меня включили в направление по изучению полупроводниковых квантовых сверхрешеток. По этой тематике в нашем городе была сильная научная школа. Своими проводниками в эти задачи и это сообщество исследователей я считаю Ю.А. Романова (тогда директор ГИФТИ) и А.А. Игнатова. Работа оказалась невероятно интересной, помимо теоретической группы к ней подключились экспериментаторы и технологи. Результатом моего участия в этом проекте стала защита кандидатской диссертации.

Параллельно с научной работой началась активная общественная работа.

#### – В чем это выражалось?

– Несколько лет был секретарем комсомольской организации ИПФАНа, входил в институтский и областной советы молодых ученых. Мы организовывали не только досуг, но и устраивали встречи с большими учеными института, проводили неформальные диспуты. В ИПФАНе молодым ученым всегда уделялось большое внимание, и сам совет молодых ученых был очень сильным: мы читали статьи, обменивались информацией, обсуждали какие-то новые научные события. Однажды даже инициировали совместное заседание молодых ученых с «большим» ученым советом, где молодым была предоставлена возможность высказаться, что, по их мнению, следует развивать. К тому времени в нашем отделе были получены хорошие экспериментальные результаты в совместных исследованиях с Физико-техническим институтом им. А. Ф. Иоффе АН. Было ясно, что для развития успеха нужна собственная полупроводниковая эпитаксиальная технология, о чем я тоже сказал на совместном совете. Предложение нашло живой отклик, чувствовалось, что вопрос назрел. Вскоре была открыта высокотемпературная сверхпроводимость, а в отделе С.В. Гапонова стремительно воспроизвели эти результаты. Видимо, это сыграло главную роль в решении создать Специальное конструкторско-технологическое бюро (СКТБ) в ИПФ и построить здание на новой площадке. С этого началось становление эпитаксии полупроводников в нашем институте.

#### – Видимо, в это время для вас началась и административная работа?

После защиты диссертации я проработал в должности научного сотрудника меньше месяца. В июне 1988 года был издан приказ о создании отдела технологии полупроводников и сверхпроводников (С-30), и мне поручили исполнять этот приказ в должности заведующего отделом. Создание отдела оказалось делом совсем не простым, потому что только двое отважных из ИПФАНа – С.А. Павлов и М.Н. Дроздов – перешли в этот технологический отдел, а остальных нужно было искать на стороне. А еще не было никакого оборудования и опыта. Но уже в 1989–1990 годах мы сделали первую НИР на своих эпитаксиальных структурах.

Благодаря стремительному развитию СКТБ возникло полноценное отделение физики твердого тела в ИПФ АН. Это произошло благодаря энергетике директора отделения С.В. Гапонова и команды молодых решительных и деятельных замов – А.И. Кузьмичева и А.А. Гудкова. Например, А.А. Гудков с коллегами, наверное, первыми в стране освоили выпуск сканирующих туннельных микроскопов и успешно производили их в начале 90-х наравне с широко известной сейчас зеленоградской фирмой NT-MDT. К команде замов я присоединился в начале 1992 года, желая поспособствовать осуществлению

главного нашего предназначения – изучению физики твердого тела на должном уровне и с использованием современного оборудования.

#### – Вашу карьеру можно назвать стремительной. Как же удается совмещать исследовательскую и организаторскую работы?

– Совмещать действительно не просто. Отцы-основатели нижегородской радиофизической научной школы – А.А. Андронов (ст.), Г.С. Горелик, М.Т. Грехова, А.В. Гапонов-Грехов – в свое время не обратили внимания на физику твердого тела, и она как дикий побег выросла почти на ровном месте. При этом нужно было догонять передовые лаборатории и институты. Самым сложным было (и остается) обеспечение научно-технологического процесса современным оборудованием. В то время за деньги оборудование купить было нельзя; его распределяли по различным фондам, которые нужно было «пробивать» или «выбивать» (тогда в ходу были эти термины), что отнимало массу времени и сил. А потом стало нужно добывать деньги, что тоже непросто. В моей биографии есть год, когда у меня не было ни одной публикации, это был год создания нашего института. Я считал, что организаторская работа важна для меня самого, и никто ее за меня не сделает. С.В. Гапонов как-то заметил, что если не можешь решить проблему на той должности, которую занимаешь в данный момент, поднимайся выше. Так я стал заместителем директора по науке ИФМ РАН при его создании, затем директором Центра коллективного пользования (ЦКП) «Физика и технология микро- и наноструктур». И до сих пор стараюсь укреплять измерительную и технологическую базу, но уже всего института.

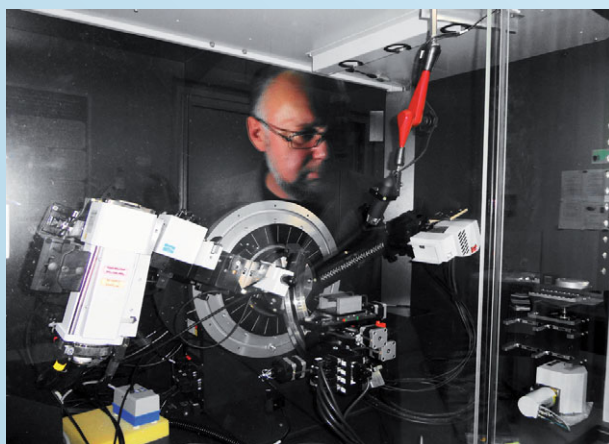
#### – Чем руководствуетесь, когда ставите себе научные задачи?

– С юности запомнил: «Ввиду краткости жизни мы не можем позволить себе роскошь тратить время на задачи, которые не ведут к новым результатам» (Л.Д. Ландау). Стараюсь следовать этому правилу при постановке задач в нашем отделе наноструктур и приборов в ИФМ РАН. Именно масштабность, на мой взгляд, важна при оценке прикладных и фундаментальных исследований. Наша прикладная задача – разработка и создание нового твердотельного прибора микроэлектроники и изучение сопутствующих физических эффектов при его изготовлении или функционировании. Конкретные занятия в отделе начинаются с эпитаксии нано- и гетероструктур, сопровождаются их диагностикой, продолжаются технологиями микроэлектроники и должны реализовываться в приборах и датчиках, что получается не сразу, а после многократного повторения цикла исследований. Так все и крутится...

А для формулировки настоящей фундаментальной задачи должна быть смелость большого любопытства, как в известной легенде, которая слишком хороша, чтобы ею пренебречь в качестве иллюстрации. Якобы на одной встрече Нила Армстронга спросили, почему же они на самом деле полетели на Луну? Армстронг будто бы принял заученно рассказывать об огромном научном значении полета «Аполлона-11», потом помолчал и сказал: «Вы знаете, в конечном счете причина одна. Луна была там, а мы – здесь».

#### – Расскажите подробнее об одной из ваших разработок?

– Несколько лет мы занимаемся разработкой чувствительных элементов для приемников излучения миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн. Частоты этого диапазона соответствуют терагерцам ( $1 \text{ ТГц} = 10^{12} \text{ Гц}$ ). Созданы оригинальные планарные детекторы на основе термополевых туннельных диодов, обеспечивающие высокую чувствительность приема в этом диапазоне. Поскольку планарные детекторы относительно просты, на их основе изготовлены многоэлементные приемные матрицы, позволяющие регистрировать картины интенсивности ТГц-излучения. При использовании объектива и матрицы появляется возможность реализации системы радиовидения на терагерцовых частотах в реальном масштабе времени. Отличие в свойствах материалов по пропусканию и отражению излучения терагерцового и видимого диапазонов позволяет получать дополнительную информацию о наблюдаемой сцене. Многие бытовые материалы прозрачны для ТГц-излучения, значит принципиально возможно видение сквозь предметы. Это нужно для контроля, дефектоскопии, досмотра, противодействия террору, для решения многих других задач. Уже есть несколько работающих прототипов приборов и есть надежда, что получатся следующие, более технологичные и универсальные.



– Интеграция в мировую науку обернулась какими-либо уроками для нас?

– Есть такая шутка о трех стадиях, которые проходит каждое научное исследование. Американцы сначала получают патент на изобретение, затем выясняется, что его основные идеи лет двадцать назад опубликовали русские, а через пару недель приходит сообщение о начале выпуска японцами соответствующей новой продукции. Нам удивительным образом не удается воспользоваться собственными научными результатами. Практическая ценность работы должна иметь больший приоритет. Ведь приятно решать одну за другой задачки и публиковать статьи, не преследуя определенных далеко идущих целей. Многим так проще жить, но с этим, на мой взгляд, связан основной упрек нашей академической науке. Нужно выше ценить практическую значимость научных исследований.

– На ваш взгляд, какова роль менеджера в современной науке?

– При теперешнем грантовом способе поддержки науки естественным образом возникает мелкотемье, когда каждый начинает «петь о своем». Противостоять этому должны менеджеры, имеющие научный авторитет и занимающие, видимо, административные должности. Следует заметить, что коллективная научная деятельность характерна для нашей науки, благодаря этому возникли и сохраняются научные школы, ценность которых всегда отмечает А.В. Галонов-Грехов, и с этим следует согласиться. Потому что «над-грантовый» менеджмент обеспечивает более высокую конкурентную способность научного коллектива в борьбе за крупные проекты и госконтракты. Примером может служить наш ЦКП, созданный при ИФМ РАН около 10 лет назад. Возникновение такой структуры помогло нам выиграть несколько крупных лотов министерства образования и науки РФ и заметно модернизировать нашу материально-техническую базу. Мы получили высокотехнологичное и уникальное оборудование, что выводит исследования на принципиально другой уровень, что также требует соответствующего менеджмента.

– А как вы относитесь к тому, что принято решение о подготовке менеджеров науки в высшей школе?

– Менеджера, который мог бы эффективно работать в промышленной отрасли или банковской сфере, можно подготовить в вузе или академии бизнеса. Министром обороны может быть и гражданский человек. Но менеджером в науке должен быть именно человек науки. Он должен понимать уровень достигнутых результатов, уметь формулировать новые цели и мотивировать научный коллектив. Если опи-

раться только на внешние индикативные показатели (количество статей и диссертаций, цитируемость, разные индексы и др.), управление научной деятельностью вряд ли будет эффективным.

– На ваш взгляд, какими качествами должен обладать такой специалист?

– Я разделяю мнение тех, кто считает, что управлять наукой должен всеми признаваемый научный авторитет с замашками диктатора. Этот человек должен проявлять жесткость в запрещении размышления задачи и дробления ее на отдельные кусочки и маловажные ответвления. И потом, есть еще и другие обязанности: забота о своих сотрудниках, создание деловой атмосферы, диверсификация доходов, разумное инвестирование в будущее коллектива. В конце концов надо уметь соломку подстелить, чтобы смягчить те или иные жизненные удары.

– Остается ли у вас свободное время, чем заполняете досуг?

– Времени для досуга остается мало, и конечно, трачу его уже не на баянки и единоборства, а на дом в деревне в Борском районе, который в значительной степени я построил своими руками: от подвала до конька и от водоснабжения до электропроводки. Осенью закончил отделку лестницы на второй этаж – это уже тонкие вещи, не плотничьи, а столярные. У меня много разных инструментов, и я люблю строить. Это состояние души. После дома начну строить что-нибудь еще. А есть еще река, лес, грибы. Другую мою страсть – автомобили – тоже не оставляю. Зимой – лыжи, и надо бы почаще в спортзал и бассейн.

– Чем занимаются ваши дети?

– Дочь параллельно окончила ВМК и экономическое отделение мехмата ННГУ, специалист по IT-технологиям, в настоящее время живет в Москве. Сын тоже окончил ВМК, получает второе высшее образование в Высшей школе экономики и занимается менеджментом в рекламной компании. Ему нравится снимать там кино, и у него вроде получается.

– У вас есть девиз?

– Есть хорошая болгарская поговорка: «Вълкът му е дебел врата, защото си върши работата сам». То есть: у волка потому такая крепкая шея, что он много работает сам. Это похоже на мой девиз по жизни.

– Спасибо за интересную беседу!

*Беседовала И. Тихонова*

## НОВЫЕ ИМЕНА

*Сегодняшний наш собеседник – научный сотрудник ИМХ им. Г.А. Разуваева РАН к.х.н. Дмитрий Любов.*

### Первое интервью



**Для справки.**

Любов Дмитрий Михайлович, родился в городе Арзамасе в 1983 г. В 2006 г. окончил химический факультет ННГУ им. Лобачевского, с 2005 г. работает в лаборатории химии координационных соединений ИМХ им. Г.А. Разуваева РАН. В 2010 г. защитил

кандидатскую диссертацию «Синтез, строение и реакционная способность алкильных и гидридных комплексов редкоземельных металлов в гуанидинатном и амидопиридинатном лигандном окружении» (под руководством доктора химических наук А.А. Трифонова).

Основные направления научной деятельности: координационная и металлоорганическая химия редкоземельных металлов; алкильные и гидридные комплексы; изучение природы связи металл – лиганд.

Являлся стипендиатом Фонда содействия отечественной науке по программе «Лучшие аспиранты РАН» в 2007 и 2008 г. В настоящее время является исполнителем и руководителем исследований, выполняемых при поддержке РФФИ, Президиума РАН, по грантам Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ.

Автор более 20 статей, опубликованных в ведущих международных и российских журналах.

– Дмитрий, расскажите о себе: где родились, кто ваши родители, чем увлекались в школе?

– Родился в Арзамасе в семье педагогов. Мама – учитель истории, в настоящее время работает директором школы, папа преподает географию в Арзамасском педагогическом институте. Окончил общеобразовательную школу с углубленным изучением английского языка. Несмотря на то что языковая подготовка была очень серьезная (8 часов в неделю), в школе уделялось большое внимание и общеобразова-

вательным предметам. У нас была возможность дополнительно заниматься по интересам. Мне очень нравились предметы естественных наук – математика, физика, химия, биология, география, и я делал упор на эти дисциплины. После школы в 2000 году поступил на химический факультет ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

**– Вы хотели заниматься наукой, почему выбрали работу в ИМХ РАН?**

– В 2004 году, когда надо было определиться со специализацией, я выбрал кафедру органической химии, где мне и предложили работать в ИМХ РАН в группе Александра Анатольевича Трифонова. Сейчас это самостоятельная лаборатория, а тогда группа проводила исследования в области химии координационных соединений в составе лаборатории полиядерных металлоорганических соединений, которой руководил Михаил Николаевич Бочкарев. Тогда я сделал и защитил сначала бакалаврскую, а затем и магистерскую работы. Мне нравилось заниматься исследованиями, поэтому по окончании университета я продолжил обучаться в аспирантуре ИМХ РАН под руководством А.А. Трифонова. Кандидатскую диссертацию защитил в 2010 году в Москве в Институте металлоорганической химии им. А.Н. Несмеянова.

**– Александр Анатольевич как-то сказал, что в аспирантах он в первую очередь воспитывает коллег, а не учеников. На ваш взгляд, чтобы стать коллегой профессора А.А. Трифонова, какими личностными качествами надо обладать?**

– В первую очередь это такие качества, как исполнительность, ответственность и аккуратность. Если взялся за работу, то надо довести ее до конца и в срок. А затем, конечно, проверяются умения в написании статей, в экспериментальной работе, в способностях самостоятельных исследований в рамках научных направлений лаборатории.

**– В 2012 году вы получили грант на работу, в которой впервые являетесь руководителем исследовательской группы. Расскажите об этой работе.**

– Это грант Президента РФ для поддержки молодых ученых, кандидатов наук. Тематика нашего исследования связана с абсолютно новым направлением в химии редкоземельных металлов – гидридными комплексами низковалентных лантаноидов. Получилось так, что во время обзора научной литературы к своей диссертации, я наткнулся на статьи по синтезу и реакционной способности гидридных комплексов двухвалентного иттербия. Начал изучать литературу, посмотрел методики синтеза, позволяющие получать комплексные соединения данного типа. Все оказалось достаточно просто, но меня заинтересовал тот факт, что известно было только два соединения гидридных комплексов иттербия в степени окисления +2. Возник вопрос: почему их так мало? О том, что мне это интересно, я сказал своему руководителю.

Синтез гидридных комплексов редкоземельных металлов в степени окисления +2 открывает большие перспективы в изучении влияния не только строения металлокомплекса, чем мы непосредственно занимались на протяжении последних лет, но и позволит выяснить влияние степени окисления центрального атома металла на реакционную способность этих соединений. Сравнение реакционной способности гидридных комплексов двух- и трехвалентных лантаноидов представляет собой фундаментальную задачу, решение которой позволит более глубоко понять природу связи металл – гидридный лиганд.

Мы провели синтез. Нам удалось получить гидридный комплекс двухвалентного иттербия, который был включен в список лучших результатов института за 2011 год. В начале 2012 года мы опубликовали это соединение в престижном международном журнале «Angewandte Chemie International Edition».

В группу разработчиков вошли два магистранта из ННГУ. Нами получена поддержка по очень перспективной в плане развития тематике, по которой сейчас работает один из студентов; мы получили грант РФФИ для молодых ученых «Мой первый грант», и это позволило поддержать талантливых ребят материально.

**– Руководить проектом очень ответственно, следуют ли вы какому-либо стилю руководства или «идете своим путем»?**

– Трудно сказать о стиле, но в силу того что мы в группе почти ровесники, найти общий язык получилось сразу. Я знаю, что ребята ко мне прислушиваются и относятся с уважением. В институте сфор-

мированы хорошие традиции, которые идут еще от Г.А. Разуваева, и я стараюсь придерживаться их.

Работа в науке очень специфична. Ты ведь не хлеб печешь, и не автомобили выпускаешь. Продукт нашего труда достаточно абстрактный и обособленный от реалий жизни, никогда не знаешь, что получится на выходе в результате исследований. Например, когда нужно провести тот или иной эксперимент, я предлагаю ребятам самим определиться с выбором метода. Это прививает важное, на мой взгляд, для научного работника качество – умение мыслить самостоятельно.

**– А защищать приходится?**

– Пока нет необходимости – приходится только хвалить...

**– И все же есть качества, которые вам привили старшие?**

– Конечно, есть. Например, Александру Анатольевичу я благодарен за то, что он буквально вбил мне в голову очень важную для научного работника установку – работать для себя. Поэтому все то, что я делаю, придумываю, исследую – это в первую очередь нужно мне самому.

**– А когда нет настроения, или что-то не получается... Что в таких случаях помогает?**

– Да, иногда такие моменты случаются. И поэтому приходишь на работу и просто начинаешь работать...

**– Удастся ли выходить на какие-то прикладные вещи?**

– Пока, к сожалению, нечасто. Прикладные исследования должны хорошо финансироваться, потому что требуют отдельного опытно-конструкторского производства. Те связи с высокотехнологичными производствами в Дзержинске, которые были налажены еще академиком Г.А. Разуваевым, в силу разных причин утрачены. Но, тем не менее, такая работа ведется. Например, А.А. Трифонов предложил идею биодegradуемых материалов, которые должны иметь широкое применение, например в медицине. Это различные саморассасывающийся шовный материал для полостных операций, эндопротезы и прочие изделия, необходимые для безболезненного восстановления человека. Зарубежные аналоги очень дороги и не могут иметь широкого применения. Мне эта работа очень нравится, и я с удовольствием участвую в этих исследованиях.

**– Какое направление вы считаете для себя наиболее перспективным?**

– Так сложилось, что, будучи студентом, а потом и обучаясь в аспирантуре, я занимался исследованием алкильных и гидридных комплексов редкоземельных металлов, которые зарекомендовали себя эффективными катализаторами широкого ряда превращений непредельных соединений.

Исследования в данной области ведутся во многих научно-исследовательских центрах мира, и наша лаборатория химии координационных соединений занимает одно из лидирующих мест в мире среди исследовательских групп, работающих в этом направлении. Эта тематика мне наиболее близка и в настоящее время является основным направлением моих исследований.

**– Ваш быт устроен?**

– Мы с женой учились на одном факультете, оба приезжие, поэтому жилищный вопрос для нас всегда был важным. Когда я поступил в аспирантуру, от ИМХ РАН выделили комнату в служебной квартире, там мы прожили 5 лет. А в прошлом году я получил жилищный сертификат от Академии наук, который помог нам обзавестись уже собственной квартирой.

**– Как вы предпочитаете использовать свое свободное время?**

– Свободного времени не так много остается, а после защиты диссертации его стало еще меньше. И если оно выпадает, то все отдаю семье. Я женат, у меня маленькая дочка, которая требует много внимания. По выходным стараемся навещать родителей. Когда есть возможность, встречаемся с друзьями.

**– Удачи вам!**

*Беседовала И. Тихонова*

*В предыдущих выпусках этой рубрики мы знакомили читателей с интересным опытом «внеклассной» работы ИПФ РАН со школьниками города и области – теми, из которых вырастают впоследствии (и из некоторых уже выросли) яркие молодые ученые. Это и Летняя физико-математическая школа, и программа «Умные каникулы», и «Школа юного исследователя»... Но начинается этот долгий и непростой путь еще в школе, и именно от школьных учителей критически зависит уровень и просто желание учиться тех, кто придет затем в университеты и научные институты. В 2011 году физико-математический лицей № 40, уже давно и по праву заслуживший неформальное звание «кузницы научных кадров», отметил свой 50-летний юбилей. А в прошедшем, 2012 году закончились первые 10 лет работы уникального образовательного проекта «Школьная ступень непрерывной подготовки высококвалифицированных ученых-физиков в области фундаментальной и прикладной физики», инициированного ИПФ РАН и воплощаемого им совместно с лицеем № 40. Сегодня мы представляем слово директору «сороковой» Наталье Семеновне Умновой, заслуженному учителю РФ.*

## Полувековой союз науки и образования

*Прекрасен наш союз!..*

А.С. Пушкин

Сороковая школа открыла свои двери 1 сентября 1961 года. Основатель и первый директор – Вениамин Яковлевич Векслер. С его именем связано становление основных традиций «сороковой», которые продолжают развиваться и в наши дни.

Школа № 40 была первой в городе и одной из трех в России (после Москвы и Ленинграда) школ, специализированных в области физики и математики. Она разместилась в старом здании на Гребешке. Сто девяносто одаренных ребят из разных районов города и области, увлеченных математикой и физикой, начали свое обучение в пяти девятых классах новой школы. Обучение сразу стало выходить за рамки стандартной программы, ребята учились решать дифференциальные уравнения и сложные задачи по физике, с увлечением и интересом занимались на факультативах по радиоастрономии, физике плазмы, которые вели молодые ученые Научно-исследовательского радиофизического института (он был создан за несколько лет до открытия школы). Директор НИРФИ профессор Мария Тихоновна Грехова всегда оказывала поддержку делу физико-математического образования одаренных детей. Благодаря ее активному участию было получено разрешение на строительство нового здания школы № 40 на улице Фигнер (ныне Варварская). Школу строили все вместе: рабочие, учителя, школьники, их родители и шефы-ученые.

Я сама училась в те годы в школе, закончила ее в 1966 году и хорошо помню необыкновенную атмосферу тех встреч с учеными-



физиками, молодыми и очень увлеченными своей наукой. Они видели в нас не учеников, а своих будущих коллег и поэтому рассказывали так ярко и вдохновенно, что зал часто взрывался аплодисментами. Помню выступление А.В. Гапонова... Высокий, спортивный, энергичный, он прямо из зала прыгает на сцену, быстро вытирает доску, намочив тряпку водой из графина, и полтора часа без перерыва держит в напряжении зал, поражая нас нестан-

дартностью физических решений...

Тесное сотрудничество педагогического коллектива и ученых в работе с одаренными детьми принесло результаты. В 1969 и в 1970 годах учащиеся школы № 40 Владимир Гавриленко и Владимир Кравцов стали нашими первыми победителями международных олимпиад по физике и математике, положив начало славной традиции успешных выступлений на олимпиадах самого высокого уровня.

Благодаря работе выдающихся педагогов сороковой школы – В.Я. Векслера, Г.Н. Капралова, М.А. Моисеевой, Н.М. Зверевой, Е.И. Тихоновой, Р.В. Сорокиной, Н.М. Квасюк и др., – был накоплен уникальный методический и дидактический опыт – основа для дальнейшего совершенствования физико-математического образования.

Организованный в 1977 году Институт прикладной физики АН придал новый мощный импульс развитию партнерских отношений школы с нижегородской наукой. При активной поддержке института в 1990 г. школа № 40 была преобразована в физико-математическую школу-лицей, затем в муниципальное образовательное учреждение лицей № 40. Решение о преобразовании школы в лицей

было принято на совете школы, в состав которого с момента образования входят ведущие сотрудники ИПФ РАН: А.М. Сергеев, М.Д. Токман, А.М. Фейгин.

Определяя вектор развития школы, отвечающий запросам времени, в начале 2000-х годов ИПФ РАН инициировал новый проект «Школьная ступень непрерывной подготовки высококвалифицированных ученых-физиков в области фундаментальной и прикладной физики» по организации профильных (физических) классов. Проект победил на окружной ярмарке социальных и культурных проектов Приволжского федерального округа и получил финансовую поддержку. Научное руководство проектом осуществлял академик А.В. Гапонов-Грехов. Среди разработчиков проекта были руководитель Научно-образовательного центра (НОЦ) ИПФ РАН проф. А.И. Смирнов, зам. директора ИПФ РАН проф. С.В. Голубев, в.н.с. ИПФ РАН, зам. декана ВШОПФ ННГУ проф. М.Д. Токман, директор лицея № 40 Н.С. Умнова.

Таким образом, в Нижнем Новгороде была выстроена сквозная многоуровневая система подготовки высококвалифицированных специалистов в области физики, включающая 10–11-е профильные классы лицея, базовые факультеты ННГУ и аспирантуру ИПФ РАН. Созданная система реализует принцип непрерывной подготовки молодых ученых – от школьной скамьи до кандидата наук. Важно, что не только студенты и аспиранты, но и школьники – ученики физических классов – занимаются непосредственно в стенах академического института, который и становится их alma mater на годы вперед. Здесь они проводят большую часть своего учебного времени, здесь они погружены в атмосферу крупного научного центра, у них есть возможность общения как с ведущими учеными института, так и со старшими товарищами – студентами университета и аспирантами. Здесь у них есть уникальная возможность не только заниматься на спецкурсах, но и пробовать себя в исследовательской работе, участвовать в экспериментах в лабораториях ИПФ РАН.

Конкурсный отбор в профильные физические классы «Ф» проводится из учащихся не только самого лицея №40, но и других образовательных учреждений Нижнего Новгорода.

С целью оптимизации учебной нагрузки был разработан новый учебный план, направленный не на увеличение количества учебных часов, а на интенсификацию обучения, и сформирован преподавательский состав из наиболее квалифицированных педагогов Нижнего Новгорода. Скорректированные и апробированные в лицее программы по физике, математике, информатике, литературе, английскому языку учитывали профильную направленность обучения. Общее руководство работой классов осуществляется научно-методическим советом, в состав которого входят учителя лицея № 40 и сотрудники ИПФ РАН.

В преподавании большинства предметов классы разбиты на подгруппы малой наполняемости (5–8 человек), что позволяет выстраивать индивидуальные программы обучения учащихся. Реализация такого гибкого подхода к обучению стала возможной только при дополнительном финансировании проекта со стороны ИПФ РАН. Институт поддерживает отличников учебы и победителей олимпиад: дважды в год самым достойным лицеистам вручаются персональные стипендии ИПФ РАН.



- «физика – очень важная сфера жизни человека, можно еще много создать того, что пока кажется нереальным»;
- «поступить на факультет ВШОПФ и посвятить себя науке»;
- «больше узнать об астрофизике»;
- «наука – это не настолько сложно и скучно, как я себе представляла, а ученые – очень милые люди»;

За 10 лет (2003–2012) физические классы окончили 212 человек. Наиболее талантливые и мотивированные выпускники классов «молодых ученых» поступили в ННГУ на факультет «Высшая школа общей и прикладной физики» – базовый факультет ИПФ РАН – и продолжили свое обучение в НОЦ уже на следующей ступени, студенческой. Самые первые из них уже окончили аспирантуру и готовятся защищать кандидатские диссертации. Вообще, более 30% молодежи в ИПФ РАН – выпускники нашей «сороковой», много их и среди сотрудников старших поколений.

ИПФ РАН всегда поддерживает инновационные проекты нашего лицея. В сентябре 2009 года ИПФ РАН стал организатором работы Городского ресурсного центра физико-математического образования (ГРЦФМО) на базе лицея № 40. Научным руководителем центра стал директор ИПФ РАН академик А.Г. Литвак, сотрудники института – постоянные партнеры в организации и проведении всех его мероприятий. А их не мало:

- городская конференция «Современная наука – школьникам»;
- научные мастерские;
- экскурсии в научные организации и институты;
- городской образовательный лекторий для школьников города;
- очно-заочная школа «Квант» для учащихся 9–10 классов школ города;

- городские олимпиады по физике, астрофизике, информатике;
- летняя профильная школа «Интеграл».

Ведущие ученые института находят время, чтобы рассказать школьникам города о современной науке, о ключевых направлениях работы ИПФ РАН. В качестве примера разнообразия тематики приведу названия некоторых лекций: «Основные направления научной работы ИПФ РАН» (академик А.Г. Литвак); «Что такое биофотоника», «Актуальные проблемы биофотоники» (член-корр. РАН А.М. Сергеев); «Лазеры: физика и применение» (член-корр. РАН Е.А. Хазанов); «Электрические явления в атмосфере и климат» (член-корр. РАН Е.А. Мареев); «Астрофизика космических лучей», «Общие проблемы астрономии и космонавтики», «Большой адронный коллайдер» (член-корр. РАН Вл.В. Кочаровский); «Гиротроны и гиротронные комплексы» (д.ф.-м.н. М.Ю. Глявин); «Что такое глобальное потепление и можно ли его "услышать"?» (к.ф.-м.н. А.И. Малеханов).

Благодаря участию в работе ресурсного центра учащиеся города получили представление о последних достижениях науки, узнали области их приложения. Многие старшеклассники увидели свою перспективу в научной деятельности. Конференции, лекции, научные мастерские, экскурсии в институт дали мощный толчок в самоопределении учащихся, мотивировали их к будущей научной работе. На вопрос анкеты «После конференции (лекции) я для себя решил...» ученики предложили такие, например, красноречивые варианты ответов:

- «физика – одна из самых интересных наук, которая стоит во главе других, буду изучать ее более углубленно»;
- «в науке есть много неизученного, и это можно изучить в будущем»;
- «точные науки вечные, их надо изучать, узнавать о новых открытиях и изобретениях»;
- «биофизика – очень интересное направление»;
- «хочу узнать больше о нанотехнологиях»;

- «осознал свою ответственность перед наукой как человек, выходящий на новый уровень развития».

Эффективное сотрудничество лицея № 40 с ИПФ РАН, ННГУ им. Н.И. Лобачевского и актуальность современных исследований на стыке физики, биологии и химии привели к открытию в 2009 году экспериментального биофизического класса «физика живых систем» (класс «БФ»). Идеальным вдохновителем нового совместного проекта стал зам. директора ИПФ РАН чл.-корр. РАН А.М. Сергеев. 34 выпускника классов «БФ» сейчас продолжают обучение в ВУЗах на профильных специальностях, готовясь пополнить ряды молодых ученых.

Многолетнее партнерство ИПФ РАН и лицея № 40 позволило лицеистам добиться высоких результатов не только в учебе и исследованиях, но в олимпиадах, в том числе на международном уровне. С 1969 по 2011 год в школе подготовлено 24 победителя и призера международных олимпиад, причем не только по физике, но и по математике, информатике, химии.

Есть и другие критерии высокой оценки качества обучения в «сороковой». Например, по итогам международного исследования TIMSS в 2007 и 2008 годах учащиеся лицея продемонстрировали лучший в России результат качества знаний по физике. Наши ученики успешно выступают в престижном международном научно-инженерном конкурсе INTEL ISEF, который называют «малой Нобелевской премией». Бессменным руководителем команды школьников лицея является кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИПФ РАН А.М. Рейман, преподающий физику в классах «Ф». С 2001 года одиннадцать наших лицеистов стали лауреатами и дипломантами этого сложного конкурса юных исследователей, продемонстрировав свои знания и качества настоящих ученых.

Двадцатипятилетний юбилей отпраздновала в 2012 году Летняя физико-математическая школа (ЛФМШ) на базе Детского образовательно-оздоровительного лагеря ИПФ РАН в Зеленом городе. Основным контингентом ЛФМШ традиционно являются учащиеся лицея № 40, да и преподавательский состав и вожатые в большинстве своем тоже наши выпускники (Об опыте работы ЛФМШ см. выпуск «Нижегородского потенциала» № 1 за 2012. – Ред.).

Лицей № 40 – школа социального партнерства. С 2000 года плодотворно работает попечительский совет – нижегородская региональная общественная организация «В поддержку образования и творчества», которая объединяет педагогов, родителей и сотрудников ИПФ РАН для совместного решения проблем школы.

Сегодня можно с уверенностью сказать, что благодаря многолетнему и разностороннему сотрудничеству ИПФ РАН и лицея № 40 в Нижнем Новгороде создана эффективная и во многом уникальная система работы с одаренными детьми, использующая учебно-методические ресурсы лицея и научно-образовательный потенциал такого крупного научного центра, каковым является ИПФ РАН. Успешно функционирует модель физико-математического образования, адекватная тенденциям развития российского образования, социальному заказу и образовательным потребностям в регионе.

*Н.С. Умнова, директор МБОУ лицей № 40,  
заслуженный учитель РФ*

#### **"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. Маховой.

Логотип и фотография на 1-й странице С. В. Кротовой.  
Отпечатано в ООО "Растр-НН", Нижний Новгород, ул. Белинского, 61