



Нижегородский ПОТЕНЦИАЛ

№ 1 (15), 2015 г.

ВЕСТНИК НИЖЕГОРОДСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

В НОМЕРЕ:

стр. 2

Парад результатов



стр. 14

Формула успеха

Разговор с А.И. Смирновым



стр. 16

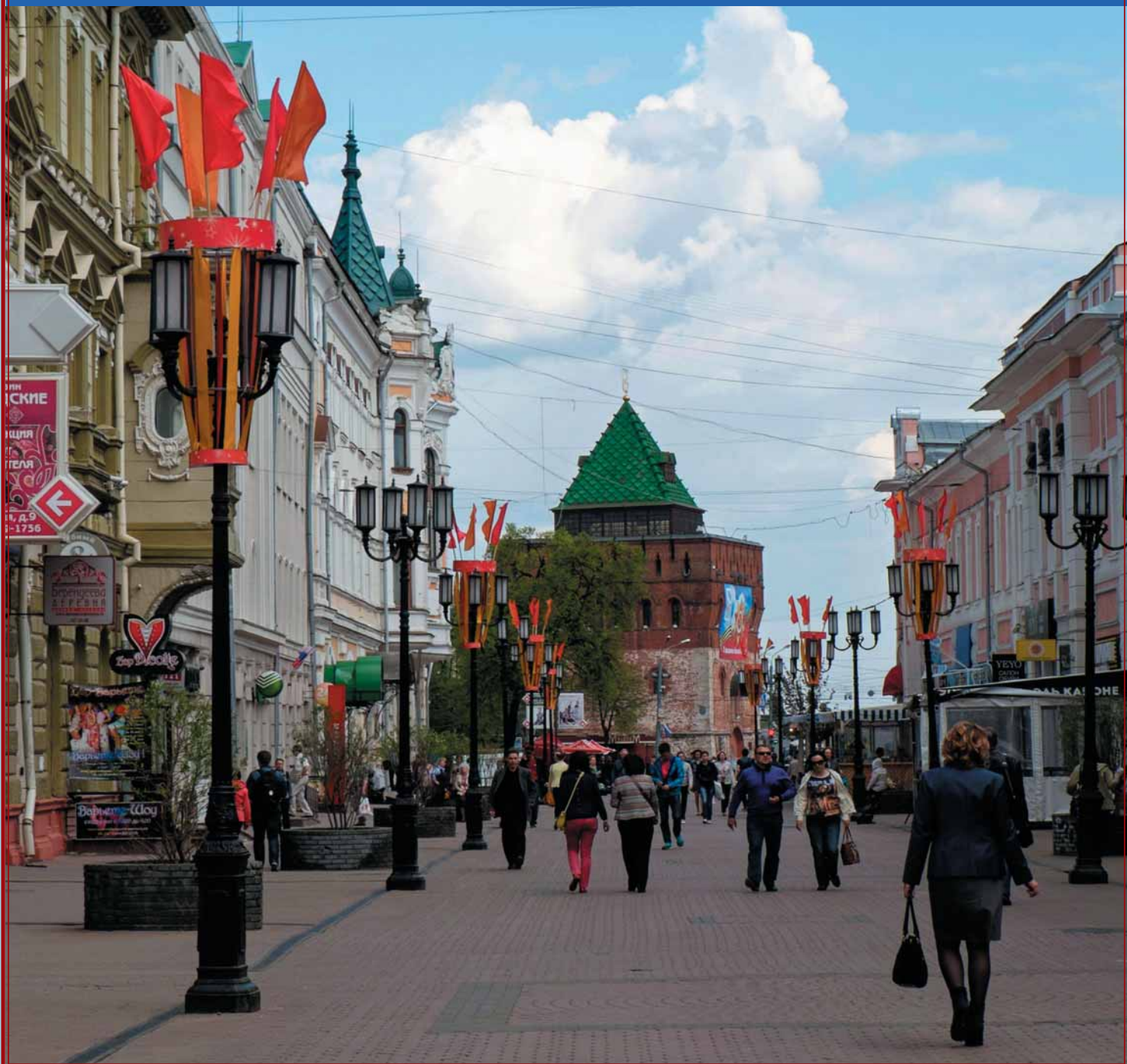
Новые имена

Разговор с В.Ю. Заславским



стр. 18

Время, вперед!



ПАРАД РЕЗУЛЬТАТОВ

В последнее время контуры радикальных преобразований, которые были названы «реформой Российской академии наук», стали постепенно проясняться. И если в период первого из объявленных мораториев реформа носила скорее предварительный, формальный характер, связанный с образованием ФАНО и сменой учредителя академических учреждений, то теперь речь идет о структурной перестройке всей системы академической науки страны. Насколько эффективными будут эти преобразования и что реально останется в итоге от выдающегося профессионального сообщества, которое и представляла собой РАН, покажет время.

Процесс преобразований затрагивает и нижегородские институты, и к этой теме мы непременно вернемся в одном из выпусков «Нижегородского потенциала». Сейчас же предлагаем краткий обзор ряда наиболее важных результатов, полученных в последнее время. Это небольшая подборка достаточно убедительно свидетельствует, что нижегородские институты занимают ведущие позиции по многим направлениям исследований и эти исследования имеют явные перспективы для дальнейшего развития. Поэтому можно надеяться, что и в новых формах организации науки нижегородский научный потенциал останется по-прежнему высоким.

На пути к алмазной электронике

Ученые Института прикладной физики РАН сделали важный шаг на пути достижения поставленной цели: создание алмазных полупроводниковых материалов высокого качества для применения в электронных устройствах с уникальными техническими характеристиками.

Алмазная тематика в ИПФ РАН развивается с середины 90-х годов прошлого столетия. К тому времени в институте накопилось достаточное количество фундаментальных знаний в области физики СВЧ-разряда и, по выражению **Анатолия Леонтьевича Вихарева**, д.ф.-м.н., заведующего отделом физики плазменных технологий, «стал проявляться большой интерес к его практическому использованию». Интерес был усилен еще и тем, что росла потребность в выходных алмазных окнах для создаваемых в институте мощных гиротронов, алмазные пластины для которых приходилось покупать.

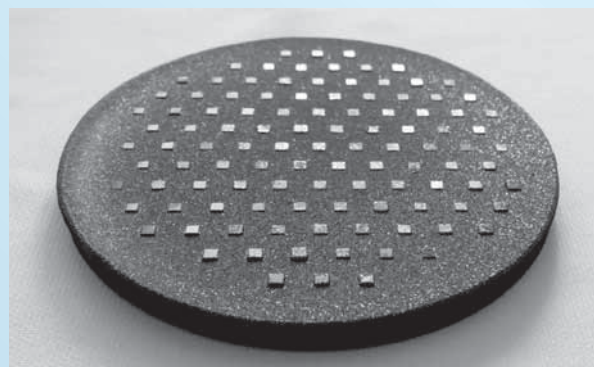
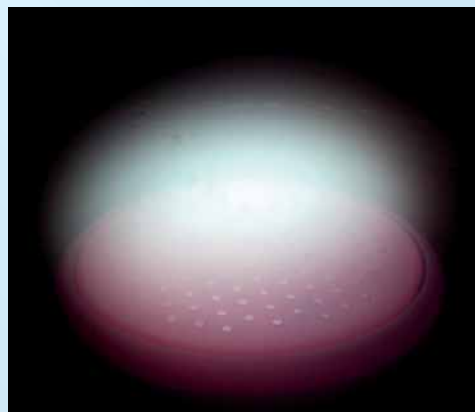


За сравнительно небольшой срок сотрудники института не только освоили метод газофазного синтеза алмаза (CVD – chemical vapor deposition – осаждение из газовой фазы), но и добились значительного повышения скорости его роста. Уже в 2003 году ИПФ РАН начал самостоятельно выращивать для гиротронов поликристаллические CVD алмазные пластины требуемого качества. Более того, применение гиротрона вместо магнетрона в технологической установке позволило ученым института создать собственное эффективное лабораторное оборудование, а в 2009 году и запатентовать во многих странах мира уникальную промышленную технологическую установку по скоростному выращиванию алмазных пленок, которая оказалась весьма востребованной.

Алмаз, обладающий самой высокой теплопроводностью и прозрачностью в широком диапазоне длин волн, сегодня активно привлекает внимание разработчиков как перспективный материал для широкого круга научных и промышленных применений. Поликристаллические CVD алмазные пленки и пластины высокого качества стали доступны для электроники больших мощностей, оптики, микроэлектроники. Однако область применения поликристаллического алмаза сужена из-за наличия границ кристаллов. Более привлекательным с точки зрения широкого высокотехнологичного применения является монокристаллический CVD-алмаз, который относится к широкозонным полупроводникам и обладает рекордной подвижностью основных носителей.

Разработать технологию выращивания комбинированных пластин моно- и поликристаллического CVD-алмаза большой площади стало очередной задачей ученых лаборатории алмазной электроники ИПФ РАН, которая была успешно решена в 2014 году. По новой технологии ученые лаборатории вырастили пластину диаметром 76 мм, на которой содержится более 100 монокристаллов CVD-алмаза, вращенных в поликристаллическую алмазную основу. Распространенные размеры монокристаллических пластин CVD-алмаза, существующих в настоящее время в мире, находятся пока в диапазоне от 3×3 до 5×5 мм. Технология производства пластин монокристаллического CVD-алмаза большей площади у многих разработчиков еще находится в стадии исследований, а рекордный размер пластины CVD-алмаза (сращенного из нескольких CVD-пластин-«клонов») составляет 40×60 мм.

Разработанная в ИПФ РАН технология отличается еще и тем, что соединение поли- и монокристаллических областей происходит непосредственно в процессе CVD-роста. Рост поликристаллических алмазных подложек (поликристаллической матрицы), а также комбинированных пластин осуществлялся в плазмохимическом CVD-реакторе на основе СВЧ-резонатора, возбуждаемого на частоте 2,45 ГГц (верхняя фотография). Полученные пластины комбиниро-



Фотография комбинированной пластины моно- и поликристаллического CVD-алмаза в реакторе в процессе сращивания поли- и монокристаллических областей (вверху) и после процесса роста (внизу)

ванного CVD-алмаза были использованы для эпитаксиального выращивания на них беспримесных, а также легированных бором слоев CVD-алмаза.

На рисунке также приведена фотография комбинированной пластины после процесса роста. Одной из важных задач, возникающих при получении комбинированного CVD-алмаза, является минимизация механических напряжений, которые возникают в процессе срачивания моно- и поликристаллического алмаза. Поэтому после процесса роста проводились дальнейшие эксперименты по минимизации напряжения в комбинированной пластине с использованием термического отжига. Для измерения механических напряжений, возникающих в монокристаллических участках комбинированных алмазных пластин, были сняты рамановские спектры с пространственным раз-

решением, из коих следует, что после отжига значения напряжений в моно- и поликристаллических участках комбинированной пластины уменьшились и практически сравнялись между собой.

Использование комбинированного поли- и монокристаллического CVD-алмаза позволит значительно расширить применение монокристаллических пластин небольших размеров. Так, например, для создания электронных приборов на комбинированных пластинах большого диаметра (75 мм и более) могут быть использованы технологические линии, уже разработанные для кремниевой технологии. Активную часть прибора можно изготавливать на участке монокристаллического алмаза, а «матрица» из поликристаллического алмаза будет держателем, обладающим высокой теплопроводностью.

Материал подготовила И. Тихонова

Сталкеры – внутриоблачные предшественники молнии

В ходе совместных экспериментов Института прикладной физики РАН и Всероссийского энергетического института (ВЭИ) был обнаружен и исследован новый тип молниевых разрядов в аэрозольном облаке.

Изучение молнии имеет очень долгую историю. От самых первых попыток ее изучения и до современного состояния этой области научного знания экспериментальные данные о молнии опираются главным образом на наблюдение ее проявлений в собственном излучении в видимом диапазоне электромагнитных волн. При этом начальный этап развития молнии, протекающий внутри грозового облака, – зарождение лидера и формирование сети разрядных каналов, обеспечивающих сбор заряда с большого объема облака в канал молнии, – был и остается недоступным для наблюдений, поскольку электромагнитное излучение видимого диапазона сильно рассеивается в облачной среде. Значительная часть информации о физическом механизме молниевых разрядов была получена лабораторным путем, и вся она относится к той его части, которая протекает снаружи грозового облака. Процессы же, происходящие внутри облака, для таких исследований оставались по-прежнему недоступными.

В настоящее время развивается техника регистрации разрядов внутри грозовых облаков по импульсам их электромагнитного излучения в дециметровом диапазоне длин волн, для которого облачная среда прозрачна. Но эта диагностика пока не дает ясного понимания источников регистрируемого излучения и их связи с основными элементами молниевых разрядов (лидером, стримерной короной и чехлом лидера).

Последние три десятилетия ведутся исследования разрядов, возникающих в искусственном заряженном облаке водного аэрозоля, призванном промоделировать среду грозового облака. В таких экспериментах удалось наблюдать некоторые разрядные процессы, происходящие вне облака, свойственные естественной молнии и отсутствующие в электродных искровых разрядах. Но развитие разряда внутри искусственного облака оставалось до настоящего времени не изученным по той же причине, что и в естественных грозовых облаках, – из-за сильного рассеяния излучения видимого диапазона в облаке.

Одна из установок с искусственным заряженным аэрозольным облаком (см. рисунок) была создана на высоковольтном стенде Истринского филиала Всероссийского энергетического института В.С. Сысоевым, Л.М. Макальским и Д.И. Сухаревским. На этой установке искусственное заряженное облако водного аэрозоля генерируется посредством конденсации в расширяющейся струе водяного пара, проходящей через коронный разряд. Средний диаметр капель в этом облаке порядка 1 мкм. Такие капли сильно рассеивают электромагнитное излучение видимого диапазона, но имеют сравнительно небольшое сечение рассеяния для инфракрасного излучения, длина волны которого намного превышает размер капель. Чтобы увидеть разряды внутри искусственного заряженного облака водного аэрозоля, мы использовали это обстоятельство в недавних совместных экспериментах ИПФ РАН и ВЭИ. В этих работах принимали участие также В.А. Раков – профессор Университета Флориды, США, являющийся научным руководителем выполняемого в ИПФ РАН мегагранта

«Молнии и грозы: физика и эффекты», и А.Ю. Костинский из ВШЭ. Мы применили ИК-видеокамеру, чувствительную к электромагнитному излучению с длинами волн 5–7 мкм. Для такого излучения искусственное облако было серым телом. Контраст изображения разрядов на фоне теплового излучения облака был невысоким, но большой динамический диапазон камеры в сочетании с обработкой изображений (вычитание предыдущего кадра и усиление контраста) позволил нам получить довольно качественные детальные изображения внутриоблачных разрядов. Заметим, что размер капель в натуральных облаках составляет в среднем десятки микрометров, и облака должны быть непрозрачны во всем ИК-диапазоне.



Генератор заряженного облака водного аэрозоля на высоковольтном стенде в городе Истра

На изображениях обычных (возникающих вне облака) стримерных и лидерных разрядов, получаемых с помощью ИК-камеры, хорошо видны система нагретых каналов ветвящихся лидеров, их стримерные зоны и пучки стримерных вспышек от электродов. Внутри облака в ИК-изображениях помимо положительных и отрицательных лидеров с их стримерными зонами, подобных обычным (вне облака) лидерным разрядам, наблюдаются разрядные каналы, отличающиеся по форме и свойствам от обычных лидерных и стримерных разрядов. Мы назвали этот новый вид разрядов **сталкерами**. Естественно ожидать, что как лабораторный искровой разряд во многих своих свойствах подобен молнии, так и сталкеры – разряды, появляющиеся внутри искусственного заряженного облака, – подобны разрядам, генерируемому внутри грозовых облаков.



Отрицательно заряженное облако. Справа внизу – верхняя часть канала восходящего положительного лидера, стартовавшего от заземленного металлического шарика. Слева вверху – множество сталкеров в виде метлы. Лидер и сталкеры взаимодействуют посредством множества стримеров

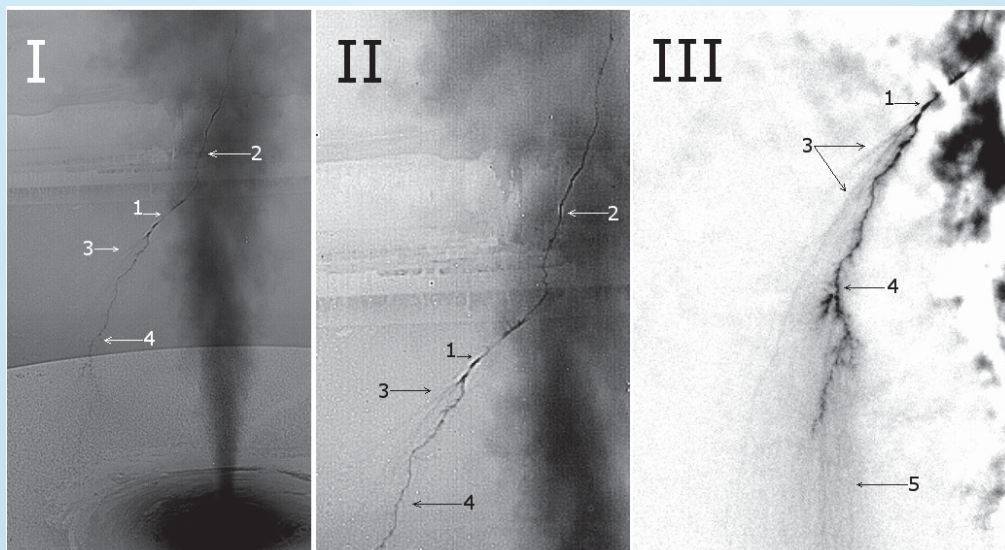
На рисунке приведен один кадр ИК-камеры, на котором запечатлена находящаяся внутри облака верхняя часть канала положительного лидера, восходящего от заземленного металлического шарика, сеть сталкеров ближе к центру облака и слабосветящиеся потоки

стримеров, соединяющих сталкеры с искровым каналом. В этом эпизоде появление сталкеров в облаке было инициировано приближением к облаку восходящего лидера, хотя сталкеры могут рождаться и в отсутствие лидерных разрядов.

Более того, сталкеры способны порождать лидерные разряды (пример такого события показан на рисунках I – III). Сталкер, появившийся внутри положительно заряженного облака, дает начало положительному и отрицательному лидерам, формирующимся на противоположных концах сталкера. Отрицательный лидер уходит вверх, к вершине облака, а положительный – вниз, к земле, и выходит из облака. В тех случаях, когда положительный лидер достигает земли, происходит обратный удар и формируется завершённый искровой разряд, снимающий значительную часть заряда облака. Очень вероятно, что подобным образом начинаются и молниевые разряды в грозовых облаках.

Исследование сталкеров может дать ответ на многие нерешенные до настоящего времени вопросы, касающиеся инициации и формирования молниевых разрядов в грозовом облаке на его ранней стадии – до того момента, когда уже сформировавшийся лидер молнии выйдет из облака и станет доступен традиционным наблюдениям.

Обнаружение разрядов нового типа внутри искусственного облака заряженного водного аэрозоля, регистрация их структуры и установление их связи с формированием лидерных разрядов было признано одним из лучших научных результатов ИПФ РАН в 2014 году.



Сталкеры способны порождать лидерные разряды. 1 – центральный плазменный канал (сталкер), 2 – отрицательный лидер, 3 – ветвящийся вниз сталкер, 4 – нисходящий положительный лидер, 5 – положительная стримерная корона. Большая часть разряда находится внутри облака и не фиксируется в видимом диапазоне

Н. А. Богатов,
научный сотрудник отдела геофизической электродинамики
ИПФ РАН

Квантовые эффекты – основа современной метрологии

В Институте физики микроструктур РАН разработана уникальная технология, позволившая создать новое эталонное средство измерения электрического напряжения.



А. М. Клушин

Великий русский учёный Д.И. Менделеев сказал: «Наука начинается там, где начинают измерять». Высокая точность и стабильность результатов измерений определяются наличием соответствующей эталонной базы, служащей для воспроизведения единиц физических величин, а также хранения и (или) передачи их размера. В связи с этим на рубеже XX–XXI веков в качестве одной из основных задач метрологии была сформулирована задача по раз-

работке системы эталонов на основе физических констант, что возможно только при использовании квантовых физических эффектов.

В настоящее время эта приоритетная задача реализована, в частности в России, при создании единого эталона единиц времени, частоты и длины, а также эталонов постоянного напряжения (вольт) и сопротивления (ом). В первом случае используются частотно-стабилизированные лазеры, во втором – эффект Джозефсона, а в третьем – эффект Холла. В стадии разработки в России находятся квантовые эталоны единицы переменного низкочастотного напряжения, единицы мощности на низких частотах (ватт), единицы постоянного тока (ампер), а также единицы массы (килограмм).

Наша работа посвящена созданию новой версии эталона напряжения на основе эффекта Джозефсона. Принципиальная важность применения этого эффекта в квантовой метрологии связана с тем, что неизвестны другие физические эффекты, которые могли бы составить конкуренцию эффекту Джозефсона по точности воспроизведения единицы напряжения. В 1962 году молодой английский физик

Брайан Джозефсон теоретически предсказал два явления, которые получили название стационарного и нестационарного эффектов Джозефсона. Эти квантовые эффекты реализуются в тонкопленочных устройствах, называемых контактами Джозефсона, работа которых возможна только при криогенных температурах. На основе нестационарного эффекта построены преобразователи переменного сигнала высокой частоты в постоянное напряжение, погрешность воспроизведения которого определяется исключительно погрешностью задания частоты сигнала. Квантованное напряжение, возникающее на одном джозефсоновском контакте под воздействием внешнего электромагнитного поля, обычно мало, и для его увеличения до метрологически значимой величины от 1 до 10 В необходимо включение последовательно большого числа когерентно осциллирующих контактов. Важнейшими условиями для синхронизации цепочек контактов являются малый разброс их параметров, а также наличие электродинамической системы, обеспечивающей эффективное и равномерное взаимодействие контактов с внешним электромагнитным излучением, обеспечивающим их синхронизацию. Удовлетворяющие этим условиям массивы из десятков тысяч джозефсоновских контактов представляют собой сложные сверхпроводниковые микросхемы.

В настоящее время в качестве материала сверхпроводниковых микросхем применяются в основном тонкие пленки ниобия, для перевода которых в сверхпроводящее состояние необходимо использование жидкого гелия или мощных криоохладителей замкнутого цикла. На основе ниобиевых микросхем построены современные наиболее точные эталоны постоянного напряжения с выходным напряжением до 10 В. Несмотря на мировое признание этих эталонов, необходимость применения жидкого гелия значительно увеличивает их эксплуатационные расходы, что существенно ограничивает области применения таких приборов в практической метрологии.

Открытие в 1986 году высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) позволило начать исследования по созданию джозефсоновских контактов, для работы которых достаточно использования жидкого азота или малогабаритного криоохладителя замкнутого цикла, что существенно удешевляет и упрощает эксплуатацию сверхпроводниковых микросхем. Однако до сих пор технология джозефсоновских контактов и ВТСП уступает в развитии технологии низкотемпературных джозефсоновских переходов на основе ниобия и его соединений. Тем не менее, в результате выполненных в предыдущие десятилетия научно-исследовательских работ нам удалось решить ряд принципиальных вопросов, связанных с построением таких микросхем на основе контактов из ВТСП. В частности, была разработана технология изготовления микросхем, содержащих несколько сотен джозефсоновских контактов из ВТСП, а также предложена и успешно опробована электродинамическая система, пригодная для синхронизации цепочек таких джозефсоновских контактов.

В 2013–2014 годах по заданию ОАО Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский приборостроительный институт "Кварц" имени А.П. Горшкова» была



Рабочий образец прибора для эталонного измерения напряжения с встроенным криоохладителем замкнутого цикла

выполнена опытно-конструкторская работа «Разработка технологии изготовления микросхемы ВТСП и её испытание в составе эталона напряжения». Был создан образец джозефсоновской микросхемы на основе ВТСП для работы в составе меры напряжения, предназначенной для воспроизведения единицы напряжения постоянного тока и передачи ее для калибровки и поверки средств измерений. Основные технические характеристики микросхемы ВТСП: выходное напряжение 25 мВ, рабочая температура 75–77 К, рабочая частота 73–74 ГГц. В результате тесного научно-технического сотрудничества ИФМ РАН и НИИПИ «Кварц» на основе этой микросхемы в НИИПИ «Кварц» был впервые создан рабочий образец многозначной меры напряжения, которая по своим параметрам удовлетворяет требованиям, предъявляемым к эталонным средствам измерения. Мера напряжения имеет выходное напряжение от 0 до 10 В, шаг изменения выходного напряжения 0,1 В и относительную нестабильность за межповерочный интервал 5×10^{-8} .

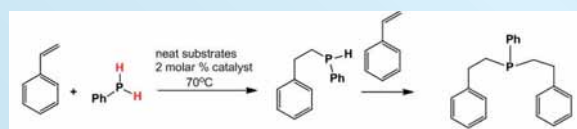
Прибор предназначен для использования в национальных метрологических институтах в составе эталонов вольта, в центрах стандартизации, метрологии и испытаний, а также аналогичных организациях зарубежных стран, метрологических лабораториях предприятий и фирм, в научных учреждениях и метрологических службах министерства обороны. Мера напряжения может также применяться для калибровки прецизионных цифровых вольтметров и калибраторов постоянного напряжения.

Разработанная технология многоконтактных джозефсоновских систем из ВТСП открывает новые возможности по их использованию в фундаментальной и прикладной метрологии.

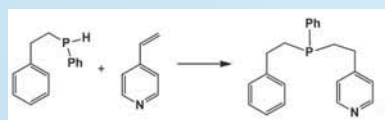
А.М. Клушин, д.ф.м.н.,
зав. лабораторией сверхпроводниковой электроники
ИФМ РАН

Катализаторы «зеленой химии»

Новые катализаторы межмолекулярного гидрофосфинирования олефинов разработаны в Институте металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН. Группой молодых ученых лаборатории химии координационных соединений (И.В. Басалов, А.А. Кисель, Д.М. Любов) под руководством д.х.н. А.А. Трифонова были получены новые амидные, аклильные и гидридные комплексы редкоземельных металлов, являющиеся эффективными катализаторами процессов межмолекулярного гидрофосфинирования олефинов, ацетиленов и диенов и позволяющие проводить процесс как для первичных, так и для вторичных фосфинов в мягких условиях с высокими скоростями и исключительной региоселективностью. В отличие от известных примеров полученные соединения обеспечивают селективное присоединение фенилфосфина как к одному, так и к двум эквивалентам олефина и позволяют получать с высокими выходами и селективностью вторичные и третичные фосфины соответственно:



Впервые была продемонстрирована возможность постадийного алкилирования фенилфосфина различными олефинами, приводящего к образованию десимметричных третичных фосфинов, а также к проведению процесса с абсолютно неактивированными олефинами (1-нонен) (статья об этом направлена в печать, в Chemistry A European Journal):



Преимущества новых комплексов разъяснил руководитель проекта, д.х.н. **А.А. Трифонов**:

«Полученный результат находится в русле исследований, относящихся к так называемой зеленой химии, исследованиями которой мы занимаемся на протяжении десятилетия. Поиск новых безотходных химических технологий является одним из научных направлений нашей лаборатории. Сейчас во всем мире идеи "зеленой химии", как одного из условий устойчивого развития общества, являются передовыми. Под устойчивым развитием понимается развитие новых подходов, технологий, методологий, позволяющих, во-первых, снизить сильную зависимость от

природных ископаемых (нефть, газ и прочее), источники которых, как известно, исчерпаемы, за счет использования других, возобновляемых ресурсов (например, биомассы), а во-вторых, способствующих поиску новых, возобновляемых источников энергии, необходимых для жизнеобеспечения человечества.

Большинство современных синтетических методов получения новых соединений основано на стехиометрических реакциях, что, как правило, сопряжено с образованием большого количества отходов. Наиболее же перспективными в мире на сегодняшний день являются атом-экономные методы, основанные на тех реакциях, в которых все атомы, содержащиеся в исходных соединениях, переходят в молекулы образующихся продуктов, не приводя к образованию отходов. Такие синтезы являются менее затратными, не требуют очистки образующихся соединений, не имеют отходов, и мы в нашей лаборатории трудимся над разработкой таких синтетических методов. В настоящее время мы решаем одну из задач, которая заключается в разработке нового каталитического метода образования химических связей "углерод – гетероэлемент" (например, фосфор, азот и др.), перспективного синтетического подхода к новым соединениям, обладающим биологической активностью. Этот метод основан на реакциях межмолекулярного гидрофосфинирования и гидроаминирования ненасыщенных соединений, которые и позволяют нам в очень мягких условиях получать с хорошими скоростями и селективностью азот- и фосфорсодержащие соединения. Сами по себе эти реакции не идут и могут быть осуществлены только благодаря использованию специальных веществ – катализаторов.

В 2014 году нами были синтезированы новые аклильные и гидридные комплексы редкоземельных металлов, при добавлении которых реакции гидрофосфинирования и гидроаминирования олефинов, ацетиленов и диенов активно протекают уже при температуре 60 °С с высокими хемо- и региоселективностью, приводя к образованию только одного возможного изомера.

Новые и перспективные для многих приложений материалы для создания лазеров в ИК-диапазоне на основе легированных халькогенидов цинка получены в Институте химии высококипящих веществ им. Г.Г. Девятовых РАН.

Большой интерес к лазерным источникам среднего ИК-диапазона (2–5 мкм) обусловлен целым рядом научных и практических обстоятельств. Прежде всего, в этот диапазон попадают «окна прозрачности» атмосферы, в этой же области расположены линии поглощения колебательных переходов многих молекул. Создание компактных перестраиваемых лазеров среднего ИК-диапазона позволило бы решить проблемы, относящиеся к дистанционному зондированию атмосферы и экологическому мониторингу окружающей среды (например, осуществлять спектроскопическую диагностику наличия молекул примесных, или загрязняющих, газов). Такие источники могут

Наши катализаторы, безусловно, привлекут внимание специалистов в области органического синтеза, так как у них появляется реальная возможность введения потенциально биологически активных фрагментов в сложные молекулы, что, в свою очередь, очень важно для фармацевтической химии, например, и не только. Нигде в мире в промышленности этот метод еще не используется.

Непосредственно получением этих катализаторов занимались два моих аспиранта – Иван Басалов и Александр Кисель. Более того, они ездили прошлой весной во Францию в университет Ренна (Université Rennes), где приняли участие в международном симпозиуме по "зеленой химии". Там они сделали стендовые доклады по своей работе и прослушали лекции ведущих мировых специалистов в Европейской школе для молодых ученых. Впечатлений привезли массу и, что называется, себя достойно показали. Иван Басалов потом был в том же университете два месяца с целью выполнения экспериментальных работ в рамках совместного проекта "Европейская лаборатория по гомогенному катализу".



А. Кисель и И. Басалов

Поездка во Францию, по словам молодых ученых, оказалась очень полезной. Уникальная возможность поучиться в одной из лучших школ для молодых ученых усилила чувство сопричастности к одной из самых актуальных мировых проблем в области органической химии. Важным для самоопределения оказался и опыт работы в зарубежной лаборатории. Как рассказал Иван: «За короткое время пребывания в Ренне удалось осуществить все, что мы с руководителем запланировали. Хорошая подготовка позволила катализатор получить, исследовать и написать статью в престижный журнал "Chemistry A European Journal". А с другой стороны, несмотря на то что нам довелось поработать в очень хорошей лаборатории – как по оснащению, так и по профессиональной культуре, у меня лично развеялся миф о безупречности западных лабораторий. В настоящее время условия работы в нашей нижегородской лаборатории ничем не уступают французской».

Записала И. Тихонова

Активные среды для твердотельных лазеров среднего ИК-диапазона

применяться для решения задач методом внутривибрационной лазерной спектроскопии; переход в ИК-область спектра позволит значительно повысить чувствительность метода за счет использования более сильных линий поглощения регистрируемых сред. Кроме того, возможно их применение в лазерной фотобиологии и медицине, для фотодинамической терапии и точной бескровной медицинской диагностики (в том числе раковых заболеваний) с применением безопасных для глаза излучений. Наличие источников теплового излучения в среднем ИК-диапазоне спектра делает такие лазеры привлекательными для создания систем локации и дальнометрии. Имеется целый ряд военно-технических применений, например создание систем оптоэлектронного противодействия и систем наведения.

Кристаллы халькогенидов цинка ZnSe и ZnS, легированные ионами переходных металлов (Fe^{2+} , Co^{2+} , Cr^{2+}), являются перспективными



Е.М. Гаеришук

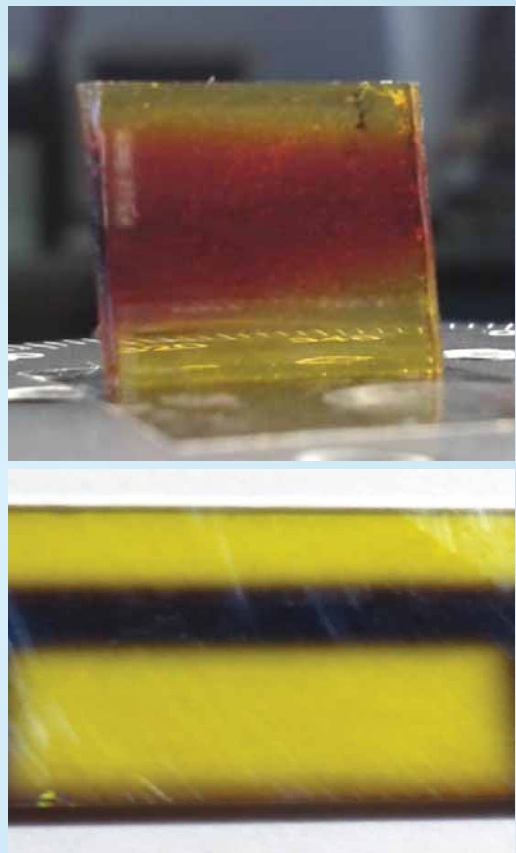
материалами для создания активных сред перестраиваемых твердотельных лазеров. Впервые лазерный эффект на кристаллах $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ и $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnS}$ был получен в 1996 году. А в 1999 году была получена импульсная генерация $\text{Fe}^{2+}:\text{ZnSe}$ -лазера в спектральном диапазоне 3,98–4,54 мкм. С тех пор интерес к этим материалам остается на высоком уровне.

В лаборатории высокочистых оптических материалов (ВОМ) ИХВВ РАН исследования в области создания лазерных источников среднего ИК-диапазона проводятся с 2008 года. Эти исследования выполняются совместно с кафедрой квантовой электроники ННГУ им. Н.И. Лобачевского, лабораториями кристаллических лазеров среднего ИК-диапазона (зав. лаб. В.П. Калинушкин) и физики импульсных газоразрядных лазеров (зав. лаб. К.Н. Фирсов) из ИОФ им. А.М. Прохорова РАН. В ИХВВ методом направленного легирования переходными металлами оптических сред на основе халькогенидов цинка изготавливаются активные лазерные элементы. В ННГУ и ИОФ РАН на основе этих элементов создаются лазеры и изучаются их генерационные характеристики. К настоящему времени в отдельных направлениях получены весьма неплохие результаты.

Предпосылками этих успешных исследований, несомненно, стал имеющийся научный задел. Дело в том, что с начала 1980-х годов в лаборатории ВОМ были разработаны научные основы технологии монокристаллических материалов ZnSe и ZnS с использованием химического осаждения из газовой фазы (CVD-технология). На разработанных в ИХВВ уникальных CVD-установках были синтезированы халькогениды цинка в высокочистом состоянии с минимальным содержанием дефектов структуры, что необходимо при создании лазерных материалов. Имея такие среды, важно выполнить легирование синтезированных материалов таким образом, чтобы внести минимальные нарушения в структуру материала. Обычно легирование CVD- $\text{ZnSe}(\text{S})$ проводят путем высокотемпературной твердофазной диффузии. Для этого на поверхность оптического элемента из селенида или сульфида цинка наносят металлическую пленку вводимого компонента. Затем проводят отжиг (900–1000 °C), в процессе которого ионы легирующего металла (допанта) встраиваются в кристаллическую решетку основного материала, замещая ионы цинка. В таком кристаллическом окружении матрицы ионы некоторых переходных металлов (хром, железо, кобальт) приобретают способность излучать вынужденное, или стимулированное, излучение.



Первоначально в лаборатории получали кристаллы $\text{ZnSe}:\text{Cr}^{2+}$ по такой методике. На фотографии приведены образцы селенида цинка желто-лимонного цвета и легированные хромом образцы, имеющие красно-коричневую окраску. При таком способе легирования максимальная концентрация активных ионов находится на поверхности оптического элемента, и при интенсивной оптической накачке среды максимальное поглощение излучения будет наблюдаться также вблизи поверхности. Поскольку поверхность нелегированного оптического элемента является областью повышенной дефектности, и соответственно поглощения, то после введения допанта поверхностное поглощение значительно возрастает, и при интенсивной накачке происходит поверхностное разрушение элемента. В 2014 году нами была разработана уникальная методика легирования, позволяющая изготавливать легированные халькогениды цинка, в которых максимальная концентрация допанта сосредоточена в объеме образца. На методику получен патент РФ. В этом случае на поверхностях оптического элемента, через которые осуществляется ввод и вывод излучения накачки и лазерного излучения, концентрация легирующего иона равна нулю. Результаты по лазерной генерации на кристаллах селенида цинка, легированных железом, в 2014 году были опубликованы в журнале *Laser Physics Letters* (США).



По разработанной методике изготовлены лазерные среды на основе $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$ с заданным профилем концентрации активного иона в объеме и нулевой концентрацией на поверхности. Изготовлен импульсно-периодический лазер, перестраиваемый в диапазоне 2140–2870 нм с эффективностью ~75 %. Лазерная стойкость синтезированных образцов более чем в два раза выше аналогичных образцов, изготовленных по традиционной технологии.

Синтезированы образцы селенида цинка, легированные ионами железа, изготовлен лазер на $\text{ZnSe}:\text{Fe}^{2+}$ и исследованы его лазерные характеристики при импульсной накачке излучением нецепного электроразрядного HF-лазера. Максимальная энергия генерации составила $E = 192$ мДж при комнатной температуре с КПД по поглощенной энергии $\eta_{\text{abs}} = 29$ %, что существенно превышает все опубликованные ранее величины. Высокий дифференциальный КПД в условиях большого пятна накачки (32 %) свидетельствует о высокой оптической однородности образца $\text{ZnSe}:\text{Fe}^{2+}$.

Е.М. Гаеришук, д.х.н.,
зав. лабораторией ВОМ ИХВВ РАН

Полезная модель

Учеными Института проблем машиностроения РАН создана адаптивная гидравлическая виброопора нового поколения. «Полезная модель», как в шутку называют ее создатели, не имеет аналогов. На 42-й международной выставке изобретений «INVENTIONS GENEVA» в Женеве (Швейцария) в 2014 году она завоевала 2-е место, а автору уникальной виброопоры заслуженному изобретателю России Борису Александровичу Гордееву была вручена серебряная медаль. Изобретение предназначено для демпфирования (гашения) вибраций, создаваемых работающими силовыми агрегатами различных транспортных средств и стационарных энергетических установок, а также для демпфирования ударных перегрузок.

Снижение вибраций и их влияния на рабочую эффективность различных машин, устройств, силовых установок всегда являлось проблемой для машиностроения. И когда в 1986 году в г. Горьком академик К.В. Фролов открывал филиал Института машиноведения им. А.А. Благонравова АН СССР, то вместе с задачами повышения надежности, долговечности и износостойкости машин и конструкций перед учеными ставились задачи по снижению шума, вибраций и энергопотребления.

Из рассказа г.н.с. ИПМ РАН д.т.н. **Бориса Александровича Гордеева:**

«Горьковский филиал ИМАШ АН СССР с самого его основания предназначался для решения актуальных задач машиностроения, станкостроения, приборостроения, которые в то время существовали на предприятиях данного направления. Одним из частных



направлений научной деятельности института была задача создать конкурентоспособную продукцию в автомобилестроении. Для решения этой задачи были созданы две лаборатории, которые территориально размещались на площадях автозавода. При использовании научного потенциала сотрудников данных лабораторий был решен ряд

практических задач, в их числе – снижение уровней шума и вибрации транспортных средств, повышение экономичности силовых агрегатов, снижение токсичности выхлопных газов. Этими вопросами занималась наша лаборатория виброакустики автомобилей.

Созданием такого важного узла, как гидравлическая виброопора, наша лаборатория занимается со дня ее основания. Первые работы были связаны со снижением шума автомобиля ГАЗ-3105 – задача, поставленная самим академиком Фроловым. Мы тогда получили характеристики по шуму на 10 децибел лучше, чем у автомобилей производства ГАЗ и на 3–4 децибела эффективней автомобиля Audi. В 1992 году автомобиль был представлен на различных международных салонах в Лейпциге и Брюсселе и по уровню комфорта он оказался вполне конкурентоспособным на мировом уровне. Была выпущена пробная партия, но, к сожалению, по объективным причинам тогдашнего времени автозавод переориентировали на производство машин другого класса, а именно ГАЗелей.

Наши исследования в области демпфирования вибраций транспортных средств и результаты, которые мы получили тогда, оказались своевременными и востребованными. В нашу лабораторию в 1990 году обратился начальник Горьковской железной дороги О.Х. Шарадзе с просьбой исследовать проблему высокого потребления электроэнергии электротранспортом. Мы стали изучать, почему это происходит, и оказалось, что в таких сложных электротяговых устройствах находится множество двигателей, различных энергоустановок, которые в движении поезда должны работать одновременно. При этом мы выявили такое явление, как торможение, или работа вхолостую некоторых систем при запуске тяговых двигателей. Это, в частности, касалось работы моторов-компрессоров, которые при высоком потреблении электроэнергии не обеспечивали высокого давления, необходимого для оптимальной работы пневматической системы во время движения электрички. И виной тому были воз-



никающие вибрации. Как только тяговые двигатели останавливали, давление в системе сразу возрастало. Первые наши виброподавляющие системы, которые мы установили на тепловозы и электровозы, были довольно сложные, но они позволили значительно снизить энергопотребление и улучшить качество работы всех систем тепловозов и электровозов. Одновременно с этим повысилась защита здоровья машиниста, так как известно, что их профессиональными заболеваниями являются заболевания позвоночника.

Далее появились работы, связанные со снижением колебаний и шумов в агрегатах морского судостроения. Начались совместные работы с учеными-акустиком, в частности с Виталием Анатольевичем Зверевым – тогда зав. отделом физической акустики НИРФИ. Мы создали узел под названием «газогидравлическая виброопора» и около 300 единиц нашего изобретения передали для использования по назначению. Через некоторое время мы получили хороший отзыв о работе наших узлов.

Со временем потребность в устройствах демпфирования вибраций не только не снижалась, но появлялись запросы на такие устройства все новых и новых сложностей. Так возникла задача снижения ударных импульсов оружейных систем, другими словами, требовалось устройство, снижающее «отдачу» стрелкового оружия. Это уже, конечно, устройство совсем другого класса, потому что менялась среда, менялись принципы управления этой средой во время ее движения, и появлялось много еще чего специфического. Работа была интересная, творческая. При решении поставленной задачи нами было сделано даже несколько изобретений в этом направлении. Полученный узел мы и назвали адаптивной газогидравлической виброопорой. Именно она получила серебряную медаль в Женеве.

Главной отличительной чертой этой «полезной модели» является то, что нижегородцы создали в ней гибкую систему обратной связи, способную менять характеристики среды в зависимости от ударных нагрузок (диапазон демпфирования варьируется от 120 до 10 децибел ударных импульсов). Данное изобретение имеет самое широкое применение везде, где повышение ресурса силовой установки зависит от демпфирования вибрационных нагрузок.

Совершенствование узлов по снижению колебаний силовых установок продолжается до сих пор. В настоящее время лаборатория Б.А. Гордеева проводит совместные разработки с учеными Нижегородской сельскохозяйственной академии и Нижегородским архитектурно-строительным университетом.

«Кроме перечисленных работ, – дополнил свой рассказ Борис Александрович, – наша лаборатория занималась и сейчас занимается разработкой новых уникальных средств измерения параметров низкочастотных вибраций волновыми методами. Без этой новой аппаратуры создание гидравлических и газогидравлических виброопор было бы невозможно. Нами созданы приборы, которые не имеют аналогов, они прошли метрологическую аттестацию и защищены патентами. У нас не менее двадцати патентов на изобретения. Некоторые из них демонстрировались на международных салонах патентов. В частности, в 2013 году наш патент «Ультразвуковой фазовый вибропреобразователь» был отмечен бронзовой медалью в Сеуле (Южная Корея)».

Подготовила материал И. Тихонова

В самом конце 2014 года нижегородские ученые были отмечены сразу двумя премиями Международной академической издательской компании (МАИК) «Наука/Интерпериодика» за лучшие публикации в издаваемых ею журналах (в их список входят практически все ведущие научные журналы страны). Это ежегодный конкурс, по итогам которого награды получают авторы отдельных статей или циклов статей за три года, а также авторы наиболее значительных монографий, изданных МАИК. Среди лауреатов премий 2013 года – авторские коллективы из ИПФ РАН за цикл статей по когерентной низкочастотной акустике, опубликованных в «Акустическом журнале» в 2011–2013 годах, и из ИФМ РАН за статью по сверхпроводимости в низкоразмерных системах, опубликованную в «Журнале экспериментальной и теоретической физики» в 2013 году.

Ниже мы представляем читателям две заметки об этих работах, заслуживших столь заметное признание в профессиональном сообществе.

Акустическая диагностика природных сред как обратная задача радиофизики

Цикл работ «Когерентная низкочастотная акустика мелкого моря и сейсмоакустика: новые методы диагностики, аппаратные комплексы, натурные эксперименты» был выдвинут редколлегией «Акустического журнала» и включал в себя 9 статей, опубликованных с 2011 по 2013 гг. разными авторскими коллективами, в которые входят сотрудники ИПФ РАН (Нижний Новгород), НИИ «Атолл» (Дубна Московской области), Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Москва), Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН (Хабаровск). Премию получили сотрудники ИПФ РАН, внесшие основной вклад в постановку и выполнение исследований, положенных в основу этих публикаций: академик В.И. Таланов, д.ф.-м.н. А.Г. Лучинин, д.ф.-м.н. А.И. Хилько, д.ф.-м.н. А.В. Лебедев и автор этих строк.

Работы данного цикла охватывают весьма широкий спектр конкретных задач акустической диагностики. Среди объектов исследования – морские акватории, геологическая структура морского дна и верхних (подповерхностных) слоев земных пород, фундаментальные метаморфические (обусловленные происхождением) свойства горных пород. Но, несмотря на такое разнообразие, работы цикла объединены общей целью – созданием новых методов акустической диагностики неоднородных природных сред с высоким пространственным разрешением. Действительно, морская среда, осадочные донные породы, земные и горные породы в целом – это все примеры неоднородных и сложно устроенных сред, причем пространственные масштабы неоднородностей и их контрасты варьируют в очень широких пределах. Основная задача как раз и заключается в повышении разрешающей способности дистанционной диагностики таких сред, что необходимо сегодня для многих приложений в области как акустики океана, так и сейсмоакустики и разведочной геофизики.

Если вспомнить еще не слишком длинную историю тематики данного цикла, возникла она естественным образом на основе большого опыта исследований и разработок, который был накоплен в ИПФ РАН в области низкочастотной акустики океана. Еще в середине 1970-х годов, когда только создавался институт, было хорошо известно, что акустические сигналы в диапазоне десятков и первых сотен герц представляют собой наиболее эффективные инструменты диагностики и мониторинга океана на больших масштабах, от десятков до сотен и даже тысяч километров. Поэтому с первых лет работы в этой области ИПФ РАН развивает методы и средства активной диагностики океана, основанные на использовании мощных и когерентных гидроакустических источников, сигналы которых «освещают» толщу океана управляемым образом и обеспечивают тем самым возможность увидеть те неоднородности океанской толщи или движущиеся в ней объекты, которые рассеивают это излучение, направляя его в сторону приемных систем. И на этом пути могут эффективно решаться как фундаментальные задачи диагностики состояния океанической среды, так и прикладные задачи локации подводных объектов на больших дистанциях.

Вполне естественно ожидать, что подобный подход может быть развит применительно и к сейсмоакустике. Основной задачей здесь является дистанционное исследование структуры земных пород с помощью акустических сигналов путем реконструкции свойств (параметров) среды или находящихся в ней неоднородностей. То есть «целевые функции» акустики океана и сейсмоакустики оказываются по сути общими. И если говорить еще более широко, то речь идет об обратных задачах радиофизики – задачах волновой диагностики

неоднородных сред путем просвечивания среды специально создаваемыми сигналами и последующей расшифровки свойств канала их распространения.

Одним из известных подходов к решению подобных задач является использование когерентных зондирующих сигналов. Этот прием может быть эффективным в целях повышения как пространственного разрешения получаемых изображений неоднородностей среды, так и их чувствительности к малым вариациям ее свойств. Когерентность сигналов здесь понимается не только в смысле их высокой стабильности и воспроизводимости, но и в смысле управления режимами излучения, в том числе возможности излучения сложно модулированных сигналов с большой базой. Этот аспект является принципиальным для эффективного применения техники согласованной фильтрации как средства значительного повышения пространственного разрешения, альтернативного сокращению длительности зондирующего импульса. Исследования и разработки ИПФ РАН на основе именно такого подхода, инициированные в середине 1990-х годов академиком В.И. Талановым, привели к формированию нового перспективного направления на стыке физической акустики и геофизики – когерентной сейсмоакустики.

Полученные результаты охватывают период гораздо более 3–4 лет, и если приводить весь список публикаций наших сотрудников по этой тематике, то он намного превысит цикл статей, который был отмечен премией. По всей видимости, удачная группировка ряда последних публикаций в интервале трех лет (установленном в качестве конкурсного правила отбора) и подтолкнула редколлегию «Акустического журнала» к приятному для нас решению выдвинуть работу именно как цикл, охватывающий сразу несколько конкретных направлений исследований.



Ответственный момент — постановка в рабочее положение излучающей антенны, разработанной в ИПФ РАН для выполнения экспериментов по когерентной акустике мелкого моря



Спуск гидроакустического излучателя за борт судна в ходе экспериментов по когерентной морской сейсмоакустике в Каспийском море

Одно из направлений связано с диагностикой подводных звуковых каналов мелкого моря. Такие каналы, являющиеся с общезначимой точки зрения многомодовыми волноводами, имеют существенную специфику, заметно отличающую их от аналогичных волноводов глубокого океана. Она заключается в сильном влиянии морского дна на распространение звука (именно в этом смысле используется термин «мелкое море», сами же значения глубин могут достигать нескольких сотен метров), а также влиянии взволнованной поверхности. Оба этих фактора приводят к повышенному затуханию и статистическим искажениям сигнала, что, очевидно, заметно ограничивает возможности диагностики морской акватории.

К этой сложной проблеме гидроакустики мелкого моря – сильных искажений и затухания сигнала – можно подойти и с другой стороны. Знать и реально оценить все эти сложности необходимо, но можно попытаться существенно подавить влияние искажений и затухания, в каком-то смысле предупредив их. И поскольку мы, очевидно, не можем влиять на сам канал распространения и управлять его природными свойствами, то можно поставить задачу управления сигналом на входе в канал. Причем такого управления, чтобы заставить сигнал в буквальном смысле избежать взаимодействия и с дном, которое приводит к повышенному затуханию сигнала, и с морской поверхностью, от которой сигналу достаются флуктуации и помехи реверберации. Выражаясь более точно, необходимо решить задачу формирования определенного модового состава акустического излучения исходя из условий его дальнейшего распространения в канале мелкого моря. Какой именно должна быть модовая конфигурация сигнала при этом, зависит и от самого канала, и от конкретного расположения в нем приемной системы. Например, во многих случаях первые моды звукового поля оказываются наиболее полезными в смысле наиболее слабого затухания, рассеяния на поверхности и уровня реверберации.

В наших работах теоретически и экспериментально показано, что управление модовым составом звукового поля в мелководном волноводе оказывается принципиальным фактором и для снижения (на порядок величины) уровня случайных флуктуаций и реверберации сигнала, и для минимизации «утечки» звука из водного слоя в поглощающие донные породы. Следовательно, излучающие антенные системы, позволяющие формировать в канале мелкого моря зондирующий сигнал с заданным модовым составом, являются тем средством, которое необходимо для построения акустических систем подводного видения с высокой разрешающей способностью и помехозащищенностью. Необходимые для этого алгоритмы оптимизации модового состава звукового поля также были предложены.

Другое направление наших работ связано с решением ряда задач сейсмоакустической диагностики с высоким пространственным разрешением. Здесь также предложены оригинальные методы и экспериментальные схемы, опирающиеся на использование когерентных свойств зондирующего сигнала. Например, применительно к задаче реконструкции структуры морского дна с использованием буксируемого приемно-излучающего комплекса развит метод когерентного траекторного накопления сигнала с адаптивной оценкой наклонов отдельных звуко рассеивающих слоев, апробированный в ходе со-



Постановка антенны сейсмических приемников. Полигон ИПФ РАН «Безводное»

вместного с Институтом океанологии РАН натурального эксперимента в Каспийском море. И дело здесь не только в разрешающей способности как таковой (существующие технологии обеспечивают ее на вполне достаточном для разведочной геофизики уровне), а в том, какими средствами она достигается. Традиционно применяемые источники (пневматические или электроискровые источники, например) уже подошли к тому пределу мощности излучения, который оценивается специалистами как экологически неприемлемый: ограничения связаны с негативным воздействием мощного низкочастотного (десятки герц) звука на морскую фауну. Но при использовании фактора высокой когерентности зондирующего излучения нет смысла сокращать длительность импульса и тем самым повышать его мощность. Напротив, можно растянуть сигнальный импульс специальным образом, а необходимый выигрыш по уровню сигнала обеспечить в результате накопления серии таких импульсов. Следовательно, те же параметры по разрешению и глубине зондирования могут быть достигнуты при весьма умеренных уровнях излучения и даже на более высоких (первые сотни герц) частотах.

Другая актуальная для геофизики задача – реконструкция структуры земных пород при межскважинном зондировании, своего рода диагностика пород на просвет. Для ее решения были предложены и экспериментально апробированы методы синтеза приемной апертуры и фазовых измерений, позволяющие почувствовать слабые (на уровне долей процента!) различия скоростей распространения зондирующего сигнала в различных слоях. Следовательно, становится возможной реконструкция структуры слоистой среды при самых малых значениях литологического контраста, на уровне тех же долей процента. Это может быть важным не только в разведочной, но и инженерной геофизике: например, для оценки состояния верхних пород при строительстве ответственных сооружений, контроля состояния пород, окружающих подземные трубопроводы и т. п. Подчеркну, что сама возможность работы с фазами сложных сигналов очень нетипична для геофизики, это прерогатива именно когерентной акустики, и потому подобные преимущества практически недостижимы в рамках рутинных подходов.

Таким образом, в работах отмеченного премией цикла представлены новые и весьма перспективные методы акустической диагностики природных сред и показаны их преимущества при решении конкретных экспериментальных задач, разработаны и использованы в натуральных условиях оригинальные технические средства.

В завершение этой заметки мне бы хотелось выразить признательность всем нашим соавторам по статьям последних лет, принявшим участие в выполнении экспериментов и обработке их результатов. И поскольку данный цикл основан на большом заделе ранее полученных результатов, то следует вспомнить добрым словом тех сотрудников ИПФ РАН, которые внесли большой вклад в развитие данного направления в прошлые годы, но которых сегодня уже нет с нами – Ю.К. Постоенко, А.П. Марышева, А.А. Стромкова. В полученной нашим авторским коллективом премии есть, без сомнения, доля и их труда.

*А.И. Малеханов, к.ф.-м.н.,
зав. отделом геофизической акустики ИПФ РАН*

Инженерия сверхпроводящих состояний и вихревая материя в низкоразмерных сверхпроводящих системах

Проблема поиска новых сверхпроводящих материалов неизменно привлекает интерес сообщества физиков. Работа эта зачастую мотивирована не только очевидным стремлением к повышению критической температуры сверхпроводящего перехода, но и интересом к качественно новой физике сверхпроводящих состояний и перспективным приложениям в криоэлектронике. При этом развитие технологии позволяет экспериментаторам не ограничиваться лишь перебором различных классов соединений, а перейти к весьма интересной задаче «ручного управления» структурой куперовских пар, ответственных за эффект сверхтекучести. Такая инженерия сверхпроводящих состояний оказывается возможной в системах из обычных сверхпроводников и разнообразных низкоразмерных структур и материалов, обладающих нетривиальным устройством электронного спектра. Здесь можно привести целый ряд примеров таких низкоразмерных структур: графен, углеродные нанотрубки или полупроводниковые и ферромагнитные нанопровода, топологические изоляторы и т. д. Во всех этих случаях сверхпроводящие корреляции в низкоразмерной подсистеме оказываются наведенными (индуцированными) за счет перехода электронов из сверхпроводника и обратно. Совокупность равновесных и транспортных явлений, возникающих за счет таких переходов электронов, принято называть эффектом близости.



В нашей лаборатории теории мезоскопических систем отдела сверхпроводимости ИФМ РАН в последние шесть лет был выполнен цикл теоретических работ, направленных как на объяснение разнообразных экспериментальных данных, полученных в структурах с индуцированной сверхпроводимостью, так и на предложение новых постановок экспериментальных задач в этой области. В этих работах активное участие принимали аспиранты отдела Иван Хаймович, Сергей Миронов и руководитель математической лаборатории Илья Аронович Шерешевский. Необходимо отметить важную роль, которую сыграло в решении данных задач сотрудничество с Николаем Борисовичем Копниным из ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН и Лаборатории низких температур Университета Аалто (Хельсинки), с сотрудником ИТФ РАН Николаем Михайловичем Щелкачевым, с профессором Университета г. Бордо Александром Ивановичем Буздиным, а также нашими коллегами из Аргонской национальной лаборатории (США) Валерием Винокуром и Иваном Садовским.

Интерес к индуцированным сверхпроводящим состояниям возник у нас в связи с появлением в конце 2000-х годов теоретических работ, указывающих на специфический характер так называемого андреевского отражения квазичастиц в сверхпроводящих состояниях в графене. Релятивистский характер закона дисперсии электронов в графене приводит к существенным изменениям квантовой механики электронов и дырок и усложняет физику их взаимных превращений на границе сверхпроводящей фазы, которая и обозначается термином «андреевское отражение». Многолетний задел по исследованию особенностей андреевского отражения в вихревой фазе состояний сверхпроводников и подтолкнул нас (Н.Б. Копнина, И.М. Хаймовича, И.А. Шерешевского и автора этого текста) к решению задачи о спектре элементарных возбуждений в вихре в сверхпроводящем графене, а в дальнейшем (с участием Н.М. Щелкачева) к теоретическому анализу магнитотранспортных эффектов на границе сверхпроводящей фазы. Основу теоретического рассмотрения в этих работах составляли уравнения для волновых функций электронов и дырок, взаимодействующих в результате введения феноменологического параметра порядка, описывающего индуцированные сверхпроводящие

корреляции. Такое феноменологическое рассмотрение, очевидно, не дает возможности проанализировать микроскопическую физику индуцированной сверхпроводимости, что оставляло у нас устойчивое чувство неудовлетворенности. В попытках преодолеть эту ситуацию мы с Николаем Борисовичем Копниным предложили некоторую сравнительно простую модель, она позволила вычислить эффективный индуцированный сверхпроводящий параметр порядка и проанализировать как проводимость границы индуцированной сверхпроводящей фазы, так и джозефсоновские эффекты. В дальнейшем с участием Ивана Хаймовича эту модель удалось весьма эффективно усовершенствовать и применить к расчетам электронной структуры вихревых состояний, возникающих при приложении внешнего магнитного поля (см. рисунок). В частности, была установлена существенная зависимость наведенных сверхпроводящих корреляций от механизма туннелирования электронов между сверхпроводником и двумерной системой, были рассчитаны пространственные распределения плотности электронных состояний, которые могут измеряться с помощью сканирующего туннельного микроскопа (СТМ).

Результаты упомянутых выше работ были опубликованы нами в журналах *Physical Review B*, *Europhysics Letters*, *Physical Review Letters* и *ЖЭТФ*. Приятной неожиданностью стало для нас присуждение нашей работе в *ЖЭТФ* (*Vortex matter in low-dimensional systems with proximity-induced superconductivity*. Т. 144. С. 486) премии издательства МАИК «Наука / Интерпериодика» 2013 года, следствием которой и является написание настоящей заметки.

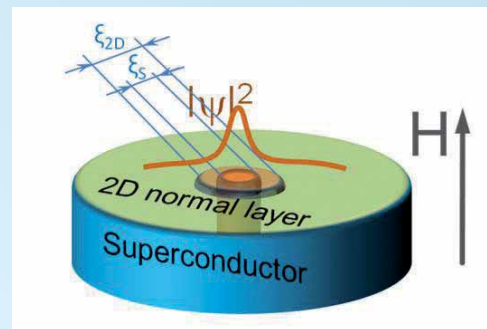


Схема двухмасштабного распределения волновых функций квазичастиц в сердцевине вихря Абрикосова, пронизывающего двумерный слой с индуцированной сверхпроводимостью. H – магнитное поле, ξ_S и ξ_{2D} – длины когерентности массивного сверхпроводника и двумерной системы

Любопытно, что полученные нами результаты могут быть использованы для анализа экспериментальной ситуации, которая достаточно часто возникает в сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии вихрей в сверхпроводниках. Дело в том, что на поверхности реальных образцов может возникать дефектный слой без сверхпроводящего спаривания, где сверхпроводимость может быть индуцирована за счет эффекта близости с массивным материалом. Выполненные нами расчеты показали, что наличие такого поверхностного слоя может привести к существенной модификации вольтамперных характеристик, измеряемых СТМ в вихревой фазе. Учет такой модификации может быть крайне существенным для понимания корректности выводов о характере сверхпроводящего спаривания, которые извлекаются из данных СТМ.

Проблему индуцированной сверхпроводимости и вихревой материи в ней отнюдь нельзя считать полностью исчерпанной или закрытой к настоящему моменту. Очень любопытное развитие этой тематики происходит в связи с исследованиями поверхностных или краевых состояний в топологических изоляторах. Корректное микроскопическое описание индуцированной сверхпроводимости в этом случае представляет собой новый вызов для теоретиков и позволит прояснить целый ряд интригующих вопросов, таких, например, как возможность реализации состояний Майораны или джозефсоновских контактов с управляемой спонтанной разностью сверхпроводящих фаз.

А.С. Мельников, д.ф.-м.н.,
зав. лаб. теории мезоскопических систем ИФМ РАН

XIX международный симпозиум «Нанопластика и нанопластика»

Один из самых крупных форумов в России по физике конденсированных сред и физике наноразмерных структур «Нанопластика и нанопластика» в 2015 году прошел на базе санатория «Автомобилист» 10–14 марта. Организаторами выступили: Федеральное агентство научных организаций РФ, Отделение физических наук РАН, Научный совет РАН по физике полупроводников, Научный совет РАН по физике конденсированных сред, Институт физики микроструктур РАН, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижегородский фонд содействия образованию и исследованиям.



З.Ф. Красильник открывает симпозиум

Ежегодный симпозиум «Нанопластика и нанопластика» традиционно включает в себя пять научных конференций: полупроводниковые наноструктуры; сверхпроводящие наносистемы; магнитные наноструктуры; зондовая микроскопия и рентгеновская оптика. Организаторы мероприятия считают, что форма работы выбрана оптимально и представляет необходимый спектр научных направлений по данной тематике. Такого же мнения придерживаются и участники конференций. В частности, **Александр Васильевич Латышев**, член-корреспондент РАН, директор ИФП СО РАН, по этому поводу заметил: «Я приезжаю на этот симпозиум практически ежегодно, еще с тех времен, когда каждое направление собиралось отдельно. Решение организаторов проводить конференции одновременно оказалось очень продуктивным, потому что уровень специалистов, приезжающих на симпозиум в определенных областях нанопластики и нанопластики, настолько высок, что их пленарные лекции послушать интересно всем, а такая возможность здесь хорошо представлена. Очень важно, например, для меня то, что я могу в программе других направлений найти интересующую тему и, допустим, не только прослушать ее, но и обсудить непосредственно со специалистом, потом снова вернуться в свою стихию. С другой стороны, среди участников много моих коллег, дру-



А.В. Латышев и С.В. Гапонов

зей, и поэтому здесь происходит своеобразный отчет о том, что ты сделал за год.

Очень удачно выбран формат! В первую очередь, это удаленность от города, проживание в одном месте, совместная работа, досуг и прочее... Все это вместе способствует очень плодотворному научному обмену. Здесь в течение всего времени жизнь бурлит, все заседания в секциях носят дискуссионный характер. Очень быстро образовываешься, что особенно полезно для молодежи. В России всего несколько крупных полупроводниковых конференций, и нижегородская в их числе.

Из нашего института обычно приезжает большая делегация. Мы с ИФМ РАН поддерживаем не только деловые, научные, но и тесные человеческие отношения, и они имеют давнюю историю. Наинтереснейшая многопрофильная конференция, превосходная организация, великолепное место, отсутствие научного снобизма, очень теплые человеческие отношения, много молодых людей и вежливые дистрибьютеры оборудования. С удовольствием приезжал и буду приезжать!».

В работе симпозиума 2015 года приняли участие 350 ученых из крупнейших научных центров России, ближнего и дальнего зарубежья, а именно, из Белоруссии, Бельгии, Великобритании, Германии, Франции, Швеции. Рабочая программа включала 397 докладов (из них пленарных – 9, приглашенных – 55, устных – 119, стендовых – 213), проведение которых обеспечивалось одновременной работой трех конференц-залов и стендовыми секциями.



На переднем плане Йорг Шиллинг

Состав участников ежегодно обновляется и пополняется. Возможность сделать научный доклад на одной из крупнейших российских конференций, получить информацию о последних достижениях в интересующей области науки, расширить научные связи – это то, что привлекает людей, активно работающих в тематиках конференций.

Впервые в работе нижегородского симпозиума принял участие **Йорг Шиллинг** (Dr. Jorg Schilling), профессор Галле-Виттенбергского университета имени Мартина Лютера (Германия), один из руководителей Инновационного центра нанотехнологий (Centre for Innovation Competence SiLi-nano) при университете, специалист в области кремниевой оптоэлектроники. Господин Й. Шиллинг назвал причины, по которым он принял участие в симпозиуме, и поделился своими впечатлениями о сотрудничестве с коллегами:

«В прошлом году на одной из конференций, посвященной проблемам развития элементной базы фотоники, в Париже я встретился с директором Института физики микроструктур профессором Захарием Фишелевичем Красильником. Мы познакомились, и я получил приглашение участвовать в этом симпозиуме. Другой причиной приехать сюда была моя работа с сотрудниками Института физики микроструктур Алексеем Новиковым и Маргаритой Степиховой, которая началась в 2011 году. В Нижнем Новгороде, под их руководством, для моей группы выращиваются светоизлучающие структуры с самоформирующимися наноструктурами Ge(Si), на базе которых с использованием технологий литографического процессирования и ионно-плазменного травления мы создаем новые элементы кремниевой оптоэлектроники. Сейчас мы рассматриваем идею нового совместного проекта. Это еще одна из причин, по которой я здесь. Впечатления от симпозиума очень хорошие. Здесь действительно представлены работы, являющиеся приоритетными в современной физике полупроводников и оп-

тоэлектронике. Удалось найти ряд очень интересных для меня работ и обменяться мнениями с их авторами. За короткий период участия в симпозиуме мне удалось посмотреть город и детально ознакомиться с исследовательской базой ИФМ РАН».



В.А. Быков

Ежегодно, по оценкам организационного комитета, до 18–20 % общей численности участников составляют дебютанты. Также следует отметить, что сохраняется тенденция к снижению среднего возраста участников, в этом году он составил 42,5 года, а пик распределения по возрастам остается неизменно на уровне 26–28 лет.

Неотъемлемой частью работы всех симпозиумов является и участие ведущих отечественных компаний (численностью более 15), производящих высокотехнологичное научное оборудование, среди которых особое место

занимает ЗАО «НТМДТ» – один из постоянных спонсоров симпозиума. Заинтересованность производителя в сотрудничестве с учеными ген. директор ЗАО «НТМДТ» **Виктор Александрович Быков** назвал жизненно необходимым условием:

«Мы создаем приборы именно для тех людей, которые здесь собираются, и практически со дня основания этого мероприятия являемся активным его спонсором. Это вовсе не означает, что наша цель приехать сюда и продать что-то. Нам важно держать научное сообщество в курсе того, что мы вообще можем предложить. А с другой стороны, и мы должны знать интересы ученых и исследователей, быть в курсе последних достижений, чтобы оперативно использовать их в



своих разработках. Одним из таких примеров могут служить абсолютные гладкие зеркала, о которых в лекции рассказывал директор ИФП СО РАН Латышев. При помощи таких зеркал можно существенно повысить разрешение интерференционных оптических микроскопов, и мы это, безусловно, будем использовать как опции нашей продукции. Приборы имеют свойство морально устаревать, и нужно успевать за временем. Проблема импортозамещения для нашего сектора продукции не актуальна, мы давным-давно не только обеспечиваем высокотехнологичными приборами наши лаборатории, но и продаем их во многие страны мира. Наши горизонтальные связи очень обширные».

Работа XIX симпозиума завершилась подведением итогов и заключительным банкетом.

И. Тихонова

Экстремальные световые поля и их приложения

Институт прикладной физики РАН 18–19 декабря 2014 года провел отчетное совещание по итогам выполнения программы Президиума РАН «Экстремальные световые поля и их приложения». Это одна из самых крупных программ президиума как по содержанию научных проектов, так и по количеству участвующих в ней институтов. Доклады о результатах исследований представили ученые из 19 ведущих академических организаций, география которых охватывает всю Россию: Европейскую часть, Урал, Сибирь и Дальний Восток. Особое значение программе придает и междисциплинарный статус исследований. Координировали выполнение программы академики Сергей Николаевич Багаев и Андрей Викторович Гапонов-Грехов.

Ефим Аркадьевич Хазанов, чл.-корр. РАН, руководитель отделения нелинейной динамики и оптики ИФП РАН, комментируя итоги завершившегося трехлетнего периода исследований, подчеркнул, что эта программа является продолжением цикла исследовательских программ, посвященных изучению уникальных свойств света, начатых еще в 2001 году, и что за тринадцать лет этих исследований сформировался устойчивый костяк участников. Экстремальные световые поля – новое направление в науке.

«Основная задача академических институтов, – сказал Е.А. Хазанов, – это фундаментальные исследования (большая мощность, очень узкая линия полосы, стабильность чистоты и т. д.). Но уникальные свойства света имеют и самые разные приложения, например, одно из них – сверхточные оптические часы для систем навигации. Другим примером использования свойств света является широкое применение лазерной техники как в медицинских целях, так и в различных технологических процессах промышленности, создаются новые оптические материалы, и этот ряд можно продолжить».

Программа 2012–2014 годов отличалась тем, что в ней много разделов, объединенных уникальными свойствами экстремального света, использование каждого создает достижения фундаментального характера, но какое из них приведет в будущем к прорыву – сейчас сказать трудно.

Впрочем, некоторые примеры продуктов (в рыночном значении термина) есть уже сейчас. Например, на нашей конференции был представлен доклад о керамике, которая появилась в России только благодаря нашей программе. Основой большинства лазеров являются кристаллы, но их очень трудно вырастить (особенно если требуются большие размеры), поскольку рост длится долго, иногда несколько

месяцев, и проходит он при высоких температурах. Это ограничивает развитие лазерной техники. Керамика же позволяет просто заменить кристалл и тем самым снять это ограничение. Кроме того, ее преимущества заключаются в том, что керамике легко придать новые требуемые свойства за счет разного рода добавок, что в кристаллах в силу их природы сделать крайне трудно.

Нам удалось создать элементы, которые могут быть использованы в лазерах самого разного направления. Хочу подчеркнуть, что полученный продукт абсолютно оригинальный, поскольку разрабатывался он в рамках российской программы, и с ним уже можно выходить на рынок, потому что он вполне конкурентоспособен. Наши образцы хоть и уступают тем, которые делают японцы, родоначальники этого направления и его признанные лидеры, но заведомо конкурируют с китайскими образцами. В ходе исследований накоплен и осмыслен важный опыт, который может стать заделом на будущее: когда речь пойдет о массовом производстве, эти фундаментальные знания окажутся неизбежно нужны.

Есть в программе направление лазеров высокой средней мощности, которые могут быть использованы в технологических процессах, таких как резка металлов, сварка, маркировка, и т. п. Мы существенно



Академики А.Г. Литвак и С.Н. Багаев



продвинулись в создании таких лазеров, близких по мощности к рекордным значениям мирового уровня. И это особенно важно сейчас, когда продажа аппаратуры такого рода ограничена санкциями.

Еще одному направлению применения лазерных технологий был посвящен доклад Института химической физики. Речь идет об управлении генами на этапе рождения эмбриона, когда с помощью лазерного скальпеля исследователи получают доступ не только в клетку,

но и внутрь ядра, и создают в полном смысле слова химерное животное с заданными свойствами».

Всего в течение двух дней было прочитано более 30 научных докладов, рассказывающих о достижениях ученых в этой области. Лидером по числу полученных результатов в области изучения экстремальных световых полей остается ИПФ РАН

Материал подготовила И. Тихонова

ФОРМУЛА УСПЕХА

В рубрике «Формула успеха» наш корреспондент беседует с доктором физико-математических наук, профессором А.И. Смирновым – руководителем Научно-образовательного комплекса ИПФ РАН.

Нестандартный отличник

– Александр Ильич, расскажите о себе, о родителях, о школьных годах.

– Родился в Горьком в 1955 году. Отец работал слесарем в локомотивном депо Горький-Московский, а мама всю жизнь трудилась на заводе «Нормаль». Все родные по маминой линии – коренные нижегородцы, отец же попал в Горький, можно сказать, по воле судьбы после войны. Он родился в небольшой деревне недалеко от озера Селигер. Я частенько в этом краю изумительных озер и лесов проводил лето у своей бабушки.



Детство мое прошло в Заречье. Окончил школу № 120 с золотой медалью. Учился всегда отлично. Среди учителей наибольшее влияние на меня оказала преподаватель физики Альбина Федоровна Волкова. У нее был какой-

то свой индивидуальный подход к преподаванию. Она, занимаясь с классом, всегда подбрасывала тем, кто скучал, интересные задачи. Большой материал для размышлений мне поставлял новый журнал для школьников «Квант», который начал издаваться в 1970 году. Помню, как после очередной олимпиады я отказался от приглашения перейти в сороковую физико-математическую школу. Тогда мне казалось, что очень далеко ездить, хотя по нынешним меркам 30 минут в транспорте – это совсем немного. Родители меня никогда мелочно не опекали, оставляя всегда выбор за мной. До «последнего звонка» я так и не определился, куда поступать и чем заниматься.

– И вы все же выбрали физику, пошли на радиофак в наш университет. Почему?

– Факультет был тогда очень популярным, и там студенты получали самую большую стипендию. Наверное, это сыграло свою роль, и мы с другом, с которым всю школу просидели за одной партой, выбрали радиофак.

– Вы и в университете учились хорошо?

– Учился я всегда отлично. Не могу сказать, что сильно напрягался, но занимался регулярно и окончил университет с красным дипломом. Стипендия всегда была повышенной, а на четвертом курсе даже получал ленинскую. Правда, имидж отличника со мной не особо коррелировал, поэтому многие из сокурсников искренне удивлялись, увидев мою фамилию в первой тройке списка на распределение.

– Занимались ли вы спортом?

– Спортom не занимался, но физкультуру любил, бегал на лыжах, одно время в силу своей комплекции даже увлекался тяжелой атлетикой.

– У вас, наверное, много друзей?

– Да. Но самые близкие друзья, как и у большинства людей, «родом» из школьных и студенческих лет. Я достаточно регулярно встречаюсь с ними. Повод для этого всегда найдется: русская баня, пуля в преферанс и т.п.

– По окончании университета вы выбрали научную деятельность, почему?

– Желание заниматься наукой у меня формировалось постепенно. Пожалуй, я его осознал, когда стал выполнять курсовую работу у Игоря Григорьевича Кондратьева. Он же и привел меня весной 1977 года в недавно образовавшийся Институт прикладной физики к Миха-



В Австралии

илу Адольфовичу Миллеру. Побеседовав со мной, Михаил Адольфович вынес вердикт, что я вполне подхожу возглавляемому им 120-му отделу, и определил в теоретическую группу Германа Вячеславовича Пермитина для прохождения двухлетней стажировки. Эти люди, по большому счету, и определили всю мою дальнейшую научную судьбу. Отмечу особенности коллектива, в который я попал. Теоретический сектор в отделе возглавлял Александр Григорьевич Литвак. Ему тогда было 37 лет, а большая часть сотрудников имела возраст меньше тридцати. Почти все «теоретики» сидели в одной большой комнате и постоянно обсуждали друг с другом возникающие проблемы.

После стажировки я поступил к Миллеру в заочную аспирантуру. Ему очень хотелось, чтобы моя научная деятельность протекала в рамках классической нелинейной электродинамики. В общем-то, так и произошло. С Михаилом Адольфовичем у меня только одна совместная работа, но обсуждал я с ним практически все. От соавторства он принципиально отказывался, хотя лично мне оно было очень выгодно с точки зрения прохождения публикаций. У него на этот счет существовал свой личный строгий критерий, который Михаил Адольфович однажды сформулировал следующим образом: соавтором можно быть только при условии, что ты либо высказал идею работы, либо самостоятельно реализовал чью-то мысль, либо полностью написал текст. К сожалению, сейчас далеко не все придерживаются такого подхода. Кандидатскую диссертацию я защищал по специальности «физика плазмы», а докторскую – по «радиофизике». В настоящее время приоритетным направлением моей научной деятельности является нанофотоника.

– Когда в вашей жизни возник Научно-образовательный комплекс, или НОК?

– Ни о какой организаторской работе в области образования до 2001 года я не думал, хотя и преподавал в ВШОПФ с 1995 года (проводил практические занятия по общей физике и читал спецкурс). Руководство ИПФ РАН в 2000 году по примеру Жореса Ивановича Алферова решило создать свой Научно-образовательный комплекс, который бы координировал все усилия института, направленные на подготовку высококвалифицированных научных кадров. И когда стали обсуждать кандидатуру человека, кто мог бы возглавить НОК, выбор пал на меня: доктор наук, никакими административными нагрузками не обременен, коммуникабелен, преподает... Первая реакция на такое предложение – надо отказаться. Все это было так далеко от меня, и браться за такую работу совсем не хотелось. Но при обсуждении Герман Вячеславович Пермитин, возможно в шутку, обронил фразу: «Образование – дело богоугодное, и часть своего времени потратить на него не жалко». В итоге я и согласился. А дальше все как-то само собой закрутилось в нужном направлении. С Натальей Семеновной Умновой (директором лицея №40) и Михаилом Давидовичем Токманом (тогда зам. декана ВШОПФ) перенимали в Саратове опыт по организации профильных физических классов. Написали проект, ставший победителем на Приволжской окружной ярмарке социальных и культурных проектов «Саратов-2001», и получили дополнительную материальную поддержку. Затем выступили с инициативой проведения городских олимпиад по физике и университетской олим-

пады «Будущие исследователи», составляли новые программы и т.д. В настоящее время Научно-образовательный комплекс ведет свою работу в тесном сотрудничестве с лицеем № 40, а также с базовым факультетом ВШОПФ и радиофизическим факультетом ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Основным и безотказным источником нашего финансирования является Институт прикладной физики.

– Руководить образовательной структурой не просто, как вы с этим справляетесь?

– Человек я не конфликтный. У меня с детства сложилось жизненное кредо – ни от кого не требовать больше, чем тот способен тебе дать, и стараться не иметь общих дел с людьми, которые тебя не понимают. Коллектив в НОКе подобрался деятельный. В нем как-то быстро распределились роли. Все ответственно относятся к своему фронту работ, и возникающие проблемы нам удается достаточно быстро и адекватно разрешать. Кроме того, и ИПФ, и лицей № 40 всегда готовы поддержать любые инициативы в области образования.

– Эта деятельность не отражается на вашей научной работе?

– Конечно, и преподавание, и научно-образовательный комплекс отнимают много времени, но от контактов с молодежью всегда получаешь положительные эмоции и какой-то заряд бодрости. В итоге успеваешь сделать многое. Я участвую в выполнении целого ряда научных проектов, относящихся к самым разным областям физики – от зондирования геологических пород до наноплазмоники. Сейчас руковожу грантом РФФИ по нелинейной оптике наноструктурированных сред. Стараюсь не разбрасываться временем. Работать люблю.

– Как складывалась личная жизнь? Расскажите о семье?

– Женился довольно поздно, почти в 29 лет. Моя супруга – человек творческий. После окончания Ивановского текстильного института работала в Горьковском доме моделей, а затем преподавала историю костюма, была руководителем Детского театра моды.

Детей у нас двое: сын Лев 1985 года рождения и дочь Дарья 1989 года рождения. Оба выпускники лицея № 40. Они пошли по моим стопам. Сын окончил ВШОПФ, а дочь – радиофак. Я ими очень доволен. Сын защитил кандидатскую диссертацию и работает в ИПФ РАН, а дочка сейчас в Австралии. Формируются, как ученые, каждый в своей области, но у них есть и пересечение научных интересов, и совсем недавно появились совместные публикации.

– Как проводите свой досуг?

– Когда появляется свободное время, я еду на садовый участок, расположенный в районе станции Кеза. Люблю длительные походы в лес, особенно в грибной сезон. Зимой стараюсь побегать на лыжах. Иногда появляется желание почитать современную художественную литературу.

С интересом общаюсь с шестилетним внуком, который возвращает меня в удивительный мир игры и постоянных открытий.

Поддерживаю свою вторую половину в посещениях театра, различных выставок и туристических поездках.



Осень садовода. Морковка явно удалась

– Какое напутствие даете своим выпускникам?

– Как правило, желаю, чтобы будущая работа им приносила радость.

– Пусть так и будет!

Беседовала И. Тихонова

«Не хотелось быть одним из многих...»

Для справки

Заславский Владислав Юрьевич родился 29 октября 1981 г. в Горьком.

В 2004 г. окончил радиофизический факультет ННГУ им. Н.И. Лобачевского, получив степень магистра радиофизики.

В 2004–2007 гг. обучался в аспирантуре ННГУ. В 2009 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по теме «Исследование механизмов селекции мод в лазерах на свободных электронах с двумерной распределенной обратной связью».

С 2002 г. работает в ИПФ РАН, в настоящее время – старший научный сотрудник отдела высокочастотной релятивистской электроники.

Принимал участие как руководитель в 2 грантах фонда РФФИ, 2 грантах Президента РФ для коллективов, возглавляемых молодыми кандидатами наук. Автор более 60 статей в реферируемых научных журналах.

Старший преподаватель радиофизического факультета ННГУ, читает курсы «Физическая электроника» и «Применение современных методов численного анализа для расчета мощных электронных приборов СВЧ».

Имеет награды: стипендия им. академика Г.А. Разуваева для аспирантов, лауреат фонда «Династия» для аспирантов, а также для молодых ученых со степенью кандидата наук, медаль Российской академии наук с премией для молодых ученых (2014).

Женат, трое детей.



– Владислав, сегодня вы герой рубрики «Новые имена». Расскажите нашим читателям немного о себе, как складывалось ваше образование, почему выбрали судьбу ученого и кто оказал на этот выбор влияние?

– Я окончил самую «обыкновенную» школу № 47, то есть без какого-либо уклона. Несмотря на то что некие предпосылки к точным наукам у меня были, родители выбрали школу рядом с домом. И, может быть, позже меня бы и перевели в физико-математическую школу, но мне повезло с первой учительницей по физике – Мариной Константиновной Мольковой. Во многом именно она показала, насколько физика интересная наука. Сама выпускница физического факультета ННГУ, она сделала все, чтобы в школе открыли профильный физико-математический класс и, таким образом, практически подготовила нас к успешному восприятию последующих, несомненно, более сложных этапов обучения. По ее инициативе один день в неделю занятия у нас проходили по вузовской системе, то есть в три пары (физика, математика и информатика), которые проводили преподаватели из Нижегородского университета. Надо сказать, что это сильно отличалось от традиционного школьного образования, потому что нас учили самостоятельно добывать знания из разной специальной литературы. Таким образом, к окончанию школы я определил для себя, что

буду учиться на радиофизическом факультете университета, и был полностью готов к этому.

– Олимпиады тоже были университетские?

– Не только. В основном это были олимпиады для школьников различного уровня. Сначала районные, потом городские, областные и так далее. На олимпиадах у меня всегда были определенные успехи. Участвовал в них всегда с удовольствием и старался не пропустить. Даже те задачи, которые не успевал решить, разбирал дома. Мне всегда хотелось довести задачу до конца, дойти до сути. В этом мне помогал мой отец, ведущий научный сотрудник ИПФ РАН, доктор физико-математических наук Заславский Юрий Михайлович.

– Значит, ваш отец сыграл определяющую роль в выборе профессии?

– Думаю, да, но уже в старших классах. А когда рос, то родители (моя мама – Заславская Людмила Сергеевна – университетский преподаватель, но не физик, а экономист) делали для нас со старшей сестрой все, что бы мы могли развиваться разносторонне. Еще в детском саду преподаватели музыкальной школы сообщили им, что у меня почти абсолютный слух и посоветовали не бросать музыкальное образование. После детского сада родители определили меня в музыкальную школу по классу фортепиано, а сестру – по классу скрипки. По окончании школы учителя также рекомендовали продолжить музыкальное образование, но точные науки перевесили, и музыкантом я не стал. В роли пианиста я себя не видел, и потом, столько людей вокруг хотели стать пианистами, а мне не хотелось быть одним из многих, так как особых артистических наклонностей за собой не замечал. Но я благодарен родителям за мое музыкальное образование.

– Как вы определялись с научным направлением?

– На третьем курсе ННГУ нам было предложено выбрать специализирующую кафедру. Кафедры конкурируют между собой в плане привлечения студентов, но выбор все равно был за нами. Меня заинтересовали лекции Владимира Николаевича Мануилова, профессора кафедры электроники радиофизического факультета ННГУ, посвященные высокочастотной вакуумной электронике. Этот курс и определил направление моих исследований. Владимир Николаевич не только заинтересовал меня, но и привел в ИПФ РАН к Науму Самуиловичу Гинзбургу – профессору, нынешнему руководителю отдела релятивистской высокочастотной электроники ИПФ РАН. Участие в моей жизни этих двух «классиков» нижегородской школы электроники, если можно так выразиться, и стало для меня судьбоносным в определении научной карьеры. Так началась моя работа в ИПФ РАН.

Тематика, которую развивала группа Наума Самуиловича, определила и научное направление моей работы – разработку когерентных источников микроволнового излучения с рекордными уровнями мощности. Среди моих «старших наставников» хотелось бы выделить ведущих научных сотрудников ИПФ РАН Н.Ю. Пескова и А.С. Сергеева. Одна из первых решенных мною задач была задача, связанная с исследованием электродинамических характеристик так называемых двумерных брэгговских резонаторов, которые позволяют обеспечить узкополосный режим работы подобных генераторов. Магистерскую диссертацию защитил по теме «Теоретические исследования лазеров на свободных электронах 4-мм-диапазона с комбинированным резонатором, состоящим из одномерного и двумерного брэгговских зеркал». Позднее эта тема переросла в кандидатскую диссертацию.

– Расскажите о работе, которая принесла вам по итогам 2014 года медаль РАН с премией для молодых ученых?

– Это цикл работ под названием «Использование двумерной распределенной обратной связи для генерации пространственно-когерентного излучения мощными релятивистскими электронными пучками». Создание мощных источников излучения в коротковолновых (от миллиметрового до субмиллиметрового или терагерцового) диа-

пазонах длин волн является в настоящее время одной из наиболее актуальных задач электроники больших мощностей. Потребность в таких источниках обусловлена большим числом фундаментальных задач и практических приложений, включая физику плазмы и твердого тела, фотохимию, биофизику, спектроскопию, визуализацию скрытых объектов, исследование свойств различных сред и синтез новых материалов, исследование свойств атмосферы, ускорительные приложения и так далее.

Самый мощный из существующих источников излучения миллиметрового диапазона длин волн – гиротрон. Он был предложен и впервые реализован в середине 1960-х годов в ИПФ РАН при ключевом участии основателей нижегородской школы мощной электроники академика А.В. Гапонова-Грехова и профессора М.И. Петелина. В настоящее время гиротроны при использовании субрелятивистских (до 100 кэВ) электронных пучков позволили освоить миллиметровый диапазон на мегаваттном уровне непрерывной мощности. Подобные мегаваттные гиротроны успешно используются для систем нагрева и диагностики плазмы в реакторах управляемого термоядерного синтеза.

В то же время для ряда приложений требуются коротковолновые источники с высокой импульсной мощностью. Здесь основными претендентами на освоение указанных диапазонов с мультимегаваттным уровнем мощности являются генераторы, использующие излучение релятивистских электронных потоков (с энергией 1 МэВ и более). Увеличение мощности и частоты излучения электронных генераторов требует использования сверхразмерных электродинамических систем. А это, в свою очередь, приводит к необходимости решения сложной радиофизической задачи обеспечения селективного возбуждения рабочих колебаний в системах, если можно так выразиться, с большим числом степеней свободы. Собственно, поиску возможных решений в данном направлении и посвящалась моя работа, выполненная совместно с Н.С. Гинзбургом, Н.Ю. Песковым, В.Н. Мануиловым, А.С. Сергеевым. Моделирование указанных источников представляет собой сложную нелинейную двух- или трехмерную динамическую задачу. Ключевым и оригинальным моментом исследований является использование так называемой двумерной распределенной обратной связи (РОС), которая может рассматриваться как достаточно универсальный метод получения когерентного излучения от пространственно-развитых активных сред в генераторах как классической, так и квантовой электроники. На протяжении последних лет в сотрудничестве ИПФ РАН с научными коллективами из ИЯФ СО РАН (Новосибирск), Стратклайдского университета (Глазго, Великобритания) и Исследовательского центра Карлсруе (Германия) в миллиметровом диапазоне были реализованы узкополосные генераторы с двумерной РОС, использование которой позволило получить рекордную импульсную мощность излучения на уровне ~ 50–100 МВт. Работы в этом направлении продолжают и остаются достаточно востребованными научным сообществом. По результатам нами опубликовано около 50 статей в ведущих журналах и трудах международных конференций – кажется, это неплохой уровень.

– Какие задачи сегодня стоят перед вами?

– Наш научный коллектив под руководством Н.С. Гинзбурга продолжает заниматься теоретическим и экспериментальным исследованием новых схем релятивистских мазеров. Последние работы посвящены расширению сферы приложений механизма двумерной РОС применительно к коротковолновым генераторам, основанным на черенковском механизме взаимодействия, в частности к так называемым генераторам поверхностной волны. Для описания динамики данных приборов предложен оригинальный квазиоптический подход, который позволяет не только построить адекватную теорию канонических схем генераторов указанного класса, но может быть использован для синтеза новых схем. Работа включает не только теоретические исследования, но и экспериментальную проверку построенной теории путем реализации макетов мощных мультимегаваттных ис-



Группа сотрудников отдела высокочастотной релятивистской электроники ИПФ РАН

точников как в ИПФ РАН, так и на экспериментальных стендах наших российских и зарубежных партнеров.

У нас очень дружный коллектив теоретиков, и мы самостоятельны в выборе задач. Актуальность, перспективность и техническая реализуемость предлагаемых решений обсуждаются нами на совещаниях, семинарах, ученых советах. С другой стороны, хочется не оставаться только теоретиками, некоторые идеи неплохо проверить и экспериментально, потому что специфика нашей науки состоит в том, что ценность теоретического решения должна быть подтверждена экспериментально. И только успешный эксперимент зачастую решает дальнейшую судьбу прибора и определяет направление дальнейших исследований.

Таким же образом обстоит дело и с идеей использования двумерной РОС, работоспособность которой получила экспериментальное подтверждение в рамках совместных исследований ИПФ РАН, ИЯФ СО РАН, Стратклайдского университета и Исследовательского центра Карлсруе.



– А еще хочется спросить: что у вас с личной жизнью, вы семейный человек?

– Да, хотя по виду и не скажешь. У меня трое детей – две девочки и мальчик. И мы с женой (она педагог-математик и также музыкант по образованию) пытаемся создавать условия для их развития. К сожалению, на наш взгляд, уровень современного школьного образования падает, поэтому многое ложится на родительские плечи. И у нас в арсенале: музыкальная школа, языки, спорт и астрономический кружок в планетарии. Приятно видеть, что даже при такой большой нагрузке дети учатся с удовольствием. Особенно радует, что любят читать обычные книжки. Мы им стараемся не навязывать собственного мнения, считаем, что в процессе обучения они сами должны выбрать свою судьбу и профессию.

– Спасибо за беседу!

Беседовала И. Тихонова

Мотивированные и, главное, хорошо подготовленные студенты никогда не возникают в научных лабораториях «просто так», без того, чтобы сами ученые отдавали время и силы для их подготовки. Проблема нынешнего времени, однако, оказывается еще глубже – необходимой становится еще более ранняя подготовка, уже на уровне средней школы... Не вина ученых в том, что уровень школьного образования в области естественных наук неуклонно и катастрофически снижается, и теперь им самим приходится «засучивать рукава» для того, чтобы готовить себе хорошую смену, начиная буквально со школьной скамьи. Но другого пути, похоже, нет и в ближайшее время не будет.

Здесь нет «белых ворон»...

Поводом для написания этой заметки послужило приятное событие, которое состоялось 20 марта 2015 года. В нижегородском Центре эстетического воспитания детей (ул. Алексеевская, 3) прошла церемония награждения дипломами Правительства Нижегородской области талантливой молодежи в возрасте от 14 до 25 лет и их наставников. В этот день министр образования Нижегородской области С.В. Наумов среди прочих вручил благодарность научному сотруднику ИПФ РАН Андрею Афанасьеву за успешную подготовку к всероссийской олимпиаде по астрономии ученика лицея №82 Арсения Кузнецова – лауреата премии Президента РФ 2014 года. А.В. Афанасьев, выпускник лицея №82 и факультета ВШОПФ ННГУ им. Н.И. Лобачевского, сам в школьные и студенческие годы был активным участником олимпиад (на его счету их более 100), теперь же нередко выступает членом жюри и составителем задач. Заниматься с ребятами, как он говорит сам, никогда не устает. И тот факт, что в научной среде ходят энтузиасты, работающие со школьниками и не жалеющие для этого своего профессионального времени – не просто результат внимания, которое уделяется в институтах вопросам смены поколений, но и веление времени.

Сегодня мы предоставим слово Александру Михайловичу Рейману – сотруднику ИПФ РАН, который готовит институту научную смену непосредственно от школьной скамьи. При этом он остается ведущим специалистом в своей области исследований, и такой профессиональный «дуализм» не может не вызывать уважения и признательности его коллег по институту. И не только по институту! – хорошее образование и критический склад ума требуются везде, где есть запрос на интеллект и решение новых задач..

Для справки:

Рейман Александр Михайлович – к.ф.-м.н, с.н.с. отдела радиофизических методов в медицине ИПФ РАН.

Область научных интересов – методы и аппаратура ультразвуковой диагностики слоистых сред в медицине и технике, диагностика сложных режимов колебательных и волновых систем, оптоакустика, научное приборостроение, системная интеграция средств измерений.

Член Российского акустического общества; член экспертной комиссии по физике Экспертного совета РАН по анализу и оценке научного содержания федеральных государственных образовательных стандартов и учебной литературы для начальной, высшей и средней школы; член наблюдательного совета (Advisory Council) Международного конкурса научно-технических работ школьников Intel International Science and Engineering Fair (Intel ISEF).

Награжден премиями: Ленинского комсомола в области науки и техники (1987); Фонда «Династия» «Наставник будущих ученых» (2005); Международного конкурса 3-rd Design

Contest «PC/104 Embedded Consortium»(2005), Фонда «Династия» «Учитель, воспитавший ученика» (2015).

Педагогическая деятельность: преподаватель физики профильных старших физических и биофизических классов лицея № 40 при НОК ИПФ РАН, куратор классов и координатор учебной программы от ИПФ РАН, председатель предметной комиссии городской олимпиады школьников по физике, проводимой ИПФ РАН и администрацией Нижнего Новгорода, председатель научного комитета и член оргкомитета Приволжского конкурса научно-технических работ школьников РОСТ-ISEF – регионального конкурса Intel ISEF.

Рассказывает Александр Михайлович Рейман:

«Когда я пришел на работу в ИПФАН, то сначала попал в институт по подготовке стажеров-исследователей. Была такая структура в институте, созданная по инициативе Андрея Викторовича Гапонова-Грехова (директора) и Михаила Адольфовича Миллера (зав. отде-

лом). Это был двухгодичный курс, где все мы, выпускники, которые поступали в институт и после университета, и после политеха, как нам казалось, на работу, сначала становились стажерами. Группа была численностью 20 человек (по 10 тех и других выпускников). В течение всего времени стажировки мы изучали английский язык, философию, писали отчеты о научной деятельности и прочее. Но еще мы активно общались между собой, практически становясь единомышленниками, командой, как сейчас сказали бы. А Михаил Адольфович, который курировал нашу работу, очень строго следил за всем. Он знал про каждого из нас практически все: кто, откуда, чем дышит, какие у кого хвори, проблемы и прочее. Его влияние на нас было огромным, и это касалось любых аспектов нашего становления тогда, от специальных знаний вплоть до того, какими манерами мы должны были обливаться при подаче научного материала. Лично для себя я очень много перенял от него и только сейчас это осознаю. По окончании стажировки и по результатам совсем не формальной аттестации комиссия решала, каким специалистом (м.н.с. или инженером) направить нас на работу в тот или иной отдел или лабораторию, рекомендовать в аспирантуру или нет, и т. д. На мой взгляд, это было правильно.

Позже, в 1991 году, когда школьное образование стало деформироваться под влиянием разных реформ, совместными усилиями руководства института и физико-математической школы №40 (директор – заслуженный учитель РФ Наталия Семеновна Умнова) эта школа была преобразована в физико-математический лицей. Тогда был создан попечительский совет лицея, куда вошли такие известные ученые, как Александр Григорьевич Литвак (он был инициатором этого преобразования), Александр Михайлович Сергеев, Александр Маркович Фейгин и др. (подробнее о создании и учебных программах лицея № 40 – «Нижегородский потенциал», № 1(9), 2013 г. – Ред.). Почти тогда же была организована летняя физико-математическая школа (ЛФМШ) ИПФ для старшеклассников города и области, имеющих интерес к физике и математике. «Вожатыми» таких школ стали энтузиасты из первых выпускников ВШОПФ, которая была создана в 1991 году совместно с ННГУ, как базовый факультет подготовки специалистов для ИПФ РАН, сначала в НГТУ, а затем в ННГУ (в прошлом году факультет ВШОПФ ННГУ широко отметил 20-летие своего первого выпуска. – Ред.). Тогда они были совсем молодые люди, а сегодня это успешные ученые и руководители – Михаил Юрьевич Глявин, Андрей Алексеевич Шайкин, Андрей Олегович Перминов, Алексей Владимирович Кирсанов и др. Проведение летних школ вошло в традицию, а на смену первым организаторам стали приходиться новые поколения – Екатерина Сергеева и Анна Бляхман, позднее Дмитрий Железнов, а сегодня там успешно управляются Иван Оладышкин и Илья Абрамов.

Ситуация со школьным образованием в 90-х годах только усугублялась. На разных уровнях стали слышны разговоры вокруг чрезмерной загруженности школьников; надо дескать снижать нагрузку,



В классе



А.М. Рейман и участники ЛФМШ

школа должна стать школой радости, чтобы в основном дети пели и плясали и было не более 6 уроков в день, и т. п. И учебную программу стали кроить, как кому вздумается. В итоге стала формироваться примитивная модель образования, которая предполагает, что основной массе молодых людей будет достаточно общего образования в течение 9 лет, а в старших классах с теми, кто в вузы соберется, главным занятием становится "дрессировка" на успешную сдачу ЕГЭ. В результате такие знания, как, например, по оптике, атомной физике и другим базовым разделам общей физики, пытаются дать на уровне картинок в 9-м классе, да и то усвоить их школьнику (кроме как вы зубрить), практически невозможно, потому что из программы совсем убрали такие разделы математики, как начальный курс тригонометрии. К слову сказать, в Финляндии, где лучшее в мире образование (как это принято считать), вообще намереваются убрать математику и некоторые предметы естественнонаучного цикла из школьной программы...

Все это привело к тому, что общая подготовка выпускников перестала отвечать требованиям вуза по части базовых знаний, образовался очевидный разрыв. Но идти по пути "адаптивного" снижения уровня высшего образования (например, зачем столько высшей математики, если в будущем они программистами будут и т. д.), как это сделали многие вузы, мы в ИПФ РАН не хотели. И чтобы ВШОПФ пополнялась хорошо подготовленными кадрами, руководство ИПФ РАН в 2001 году реализует совместно с лицеем № 40 новую идею о создании класса Ф (Ф – от слова "физика"). Тогда меня и вовлекли в это дело, так как, надо сказать, опыт работы со школьниками у меня к тому времени был (пришлось стать учителем физики в школе, где учились мои дети).

На конкурсной основе в середине учебного года мы набрали группу и стали обучать. Сначала занимались на базе лицея, затем переехали в Научно-образовательный центр, который был открыт во вновь отстроенном здании по улице Большая Печерская. Помимо образовательной подготовки, мы с самого начала поставили задачу облегчить ребятам переход от школьной системы к вузовской и стали очень мягко включать в учебный процесс некоторые ее элементы, например, конспектирование, чтение лекций, проведение практических занятий по подгруппам, ввели систему зачетов. С переездом в НОЦ интенсивность обучения ребят стала еще выше, потому что у них появилась возможность получить любую консультацию у любого преподавателя, далеко ходить не надо – они все здесь, в институте.

Основной костяк ребят класса Ф составляют выпускники 9-х классов лицея № 40, но мы принимаем выпускников и других школ и лицеев, тех, где программы по физике и математике остались полноценными или учитель очень хороший. В моей практике был паренек из обычной школы, где учитель занимался с ребенком практически индивидуально. О нашем классе он узнал случайно и целенаправленно решил перейти к нам, чтобы не оставаться дальше "белой вороной" в своем классе. С такими ребятами мы проводим собеседование и принимаем, если они показывают достаточный уровень знаний. Победителей и призеров олимпиад мы принимаем без собеседования. Но бывает и так, что подросток не проходит собеседование, но заявляет, что он очень хочет поступить именно сюда. Тогда я предлагаю ему до августа прорешать задачи такого-то учебника, и собеседование повторяется позже. Это тоже показатель целеустремленности. Бывают случаи, когда поступление в Ф-класс – амбиции родителей, и повторное собеседование это четко выявляет. И еще очень важную роль играет район проживания. Все-таки у нас есть сильное образование по математике и физике во всех районах города, и совсем не актуально возить школьника каждое утро. Но есть уникальные дети,

которые самоотверженно приезжают из отдаленных районов города и даже из Дзержинска, Балахны. Несмотря на то что они сильно зависят от расписания электричек, дорожных пробок, они никогда не опаздывают; приезжают на час раньше и даже успевают подремать до уроков. Это уважения заслуживает!

Нельзя не сказать и еще об одном важном аспекте нашего обучения – психологическом. В классе Ф ребята, что называется, равные среди равных. Здесь нет "белых воронов", все связаны общим интересом, и отношения между ними складываются самые что ни на есть человеческие, причем изначально добропорядочные. Они "варятся" в особой среде, которая включает общение не только со сверстниками, но и со студентами, аспирантами, молодыми сотрудниками. Идея отцов-основателей нижегородской научной радиотехнической школы выращивать научные кадры со школьной скамьи, на мой взгляд, в классе Ф полностью реализуется. Недавно попытался посчитать, сколько же ребят прошли через мои руки: сегодня в ИПФ РАН работают более 30 человек, да еще на ВШОПФ учатся примерно столько же. Есть, однако, и некоторый минус: наиболее сильные выпускники часто уезжают поступать в Москву, нередко из-за нереализованных родительских амбиций.

Целенаправленная подготовка будущей научной смены приносит свои результаты. Последние несколько лет команда ННГУ вновь стала участвовать во всероссийской студенческой олимпиаде по физике, на равных конкурируя с МФТИ, МГУ и другими именитыми вузами. Костяк нижегородской команды – студенты ВШОПФ, большинство из них – выпускники классов Ф. Причем, когда после долгого перерыва наша команда "ворвалась" в студенческий олимпиадный мир, студент ВШОПФ и выпускник класса Ф Алексей Путилов вырвался далеко вперед, обойдя всех конкурентов.

С 2008 года ИПФ РАН стал сооснователем конкурса школьных научно-технических исследовательских работ – Приволжского конкурса "РОСТ-ISEF", имеющего возможность направлять своих победителей на международный финал – конкурс Intel ISEF. В нашей стране всего пять конкурсов с такими правами, но наш – единственный нестоличный.



Команда нижегородских школьников на Intel ISEF в Лос-Анджелесе, май 2014 года

Вторым соучредителем конкурса выступает корпорация Intel в России, у которой в Нижнем Новгороде расположен один из центров разработки и исследований. Для раннего вовлечения школьников в науку Минобром Нижегородской области и Intel Education создана система так называемых STEM-центров, одним из которых, и самым крупным в нашем городе, является Школа юного исследователя ННЦ РАН. Здесь школьники получают первые навыки работы в исследовательской команде, осваивают современную технику, учатся представлять свои результаты».

И на этом конкурсе выделяются работы ребят из классов Ф – слушателей Школы юного исследователя. В разные годы призерами международных финалов становились наши школьники – Иван Лазаревич, Настя Шайкина, Полина Шалаева, Григорий Астрецов, Лев Юровский. Потом школьники вырастают и участвуют уже в других конкурсах. Так, в феврале на конкурсе молодых ученых ИПФ РАН первое место занял аспирант, выпускник ВШОПФ и класса Ф Сергей Тарасов, а один из соавторов работы, занявшей второе место, – уже упомянутый Иван Оладышкин. Так непрерывно формируется и продолжает работать цепочка связей, образующих нижегородскую научную школу.

Материал подготовила И. Тихонова

Фестиваль молодежных инноваций

Молодые ученые ННЦ РАН приняли активное участие в первом нижегородском региональном фестивале молодежных инноваций **ИнноФест**, который проходил в ННГУ им. Н.И. Лобачевского в ноябре 2014 года.

По задумке организаторов фестиваля, среди которых такие известные бренды, как Intel, Virgin Connect, Bosch, Промсвязьбанк, ОАО «МТС», Rugasco, ОАО «РВК» (генеральный спонсор фестиваля), и многие другие, ИнноФест должен стать той площадкой, где молодежные инновационные проекты встречаются с реальным сектором бизнеса, способным и готовым поддержать молодежные инновации. Программа фестиваля включала выставки, конкурсы, деловые и бизнес-игры. Мероприятие, с точки зрения воплощения в жизнь инновационной политики в нашем регионе, очень крупное. Более 1000 молодых людей из числа студентов, аспирантов вузов и научных сотрудников институтов Нижнего Новгорода и Нижегородской области заявили о своем участии в фестивале.



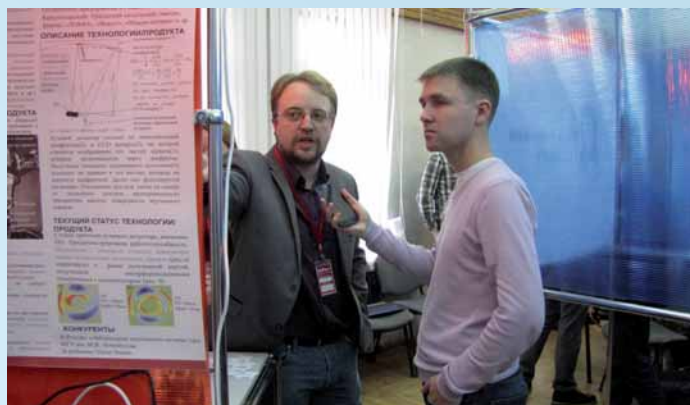
Даниил Сергеев, председатель Совета молодых ученых ИПФ РАН, рассказал об участии научной ипфановской молодежи в ИнноФест: «В ИПФ РАН давно и успешно коммерциализуются разработки, полученные в ходе фундаментальных исследований. К таким инновационным достижениям можно отнести всем известные гиротроны, гидроакустические антенны для оснащения морской техники, серийно изготавливаются

специальные окна с алмазным напылением. Эти достижения являются продуктом усилия больших коллективов. В то же время в институте развиты индивидуальные инициативные поисковые работы с прицелом на возможное прикладное использование в будущем. Отрадно, что в этой области очень активны наши молодые сотрудники. Многие из них участвуют в программе Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере "Умник". В рамках этой программы лауреаты, прошедшие конкурсный отбор, получают финансирование на доработку своих идей до прототипов реальных продуктов, которые затем можно коммерциализовать.

В этом отношении инновационный фестиваль стал отличной площадкой для рекламы своих проектов и достижений, привлечения внимания экспертов в области продвижения инновационных проектов и потенциальных инвесторов для молодых ученых, которые уже имеют поддержку от фонда, и для тех, кто только еще собирается принять участие в конкурсе на проект "Умник". Были представлены разработки от ИТ-технологий, приборостроения до медицинских и биотехнологий. Было несколько совместных проектов с ННГУ и НижГМА. Все эксперты подтвердили высокий уровень проектов молодых сотрудников из ИПФ РАН».

Проекты молодых ученых вызвали особый интерес у участников выставки. Многие из них подходили к стендам, вели оживленные беседы, задавали вопросы, делились впечатлениями.

И. Тихонова



"Нижегородский ПОТЕНЦИАЛ"

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

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

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

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