



В НОМЕРЕ:

стр. 2

**Юбилей**

ИМХ РАН

ИХВВ РАН



25 ЛЕТ

стр. 9

**Конференции,  
симпозиумы**



стр. 13

**Формула успеха**



стр. 18

**Новые имена**

*Разговор с А. С. Суворовым*



**Дорогие коллеги!**

Уходящий год был, как все мы понимаем, очень непростым для Российской академии наук. Объявленная правительством страны реформа академии, шокировавшая научное сообщество не только своим содержанием, но и формой претворения в жизнь, наша общая борьба за наиболее существенные поправки в предложенный законопроект, в которой академия показала себя сплоченной и настойчивой в отстаивании своих взглядов, наконец, принятие этого закона и первые шаги по его реализации – все это пережили мы за последние несколько месяцев. Уходящий год оказался годом больших разочарований – стали совершенно понятными и реальное отношение нынешних «верхов» к фундаментальной науке, и уровень понимания ими того, как эта область деятельности в нашей стране устроена и развивается. Но, несмотря ни на что, давайте встречать наступающий год с праздничным настроением!

Да, нам только предстоит выстраивать схемы взаимодействия с новыми управляющими структурами.

Да, нас ожидают трудности переходного периода. Но главное, что нас ожидает в новом году, – доказать способность получать первоклассные результаты, признаваемые мировым научным сообществом.

И вот к этому институты Нижегородского научного центра РАН, на мой взгляд, совершенно готовы.

Пусть достижение таких результатов и будет нашим главным пожеланием друг другу в наступающем 2014 году!

С Новым годом, дорогие коллеги и единомышленники!

*Председатель ННЦ РАН  
академик Александр Литвак*





*50 лет назад – в марте 1963 года – в городе Горьком произошло знаменательное событие: постановлением Президиума АН СССР была образована Лаборатория стабилизации полимеров АН СССР во главе с членом-корреспондентом АН СССР Г.А. Разуваевым (впоследствии академиком). Это было первое академическое учреждение в городе, и именно с этого момента академическая наука ведет отсчет своей истории в Нижнем Новгороде.*

*Лаборатория стабилизации полимеров была небольшой, особенно в сравнении с работающими сейчас академическими институтами Нижнего Новгорода, но ее образование дало мощный толчок развитию химической науки в регионе. Она стала предтечей Института химии АН СССР (1969), на базе которого в 1988 году образовались Институт металлоорганической химии и Институт химии высококичестных веществ. Оба академических института продолжают успешно развиваться, определяя уровень исследований в своих областях химической науки, и оба отмечают в 2013 году свой 25-летний юбилей!*

*Первые два материала настоящего выпуска «Нижегородского потенциала» посвящены химическим институтам-юбилерам.*

## Научная школа Г.А. Разуваева: полвека в академическом строю

Вклад Г.А. Разуваева в развитие химической науки в Нижнем Новгороде переоценить невозможно. Созданная им научная школа послужила основой образования Института химии АН СССР, а затем и Института металлоорганической химии РАН, и уже на протяжении более полувека имя Г.А. Разуваева ассоциируется с уровнем передовых исследований в той области химии, которую в свое время он укоренил в Нижегородском университете, а затем и в созданных им академических институтах.

### Первые свершения

Григорий Алексеевич приехал в Горький в декабре 1946 года, будучи уже известным химиком-органиком. Приехал после отбывания срока в лагере и последующей ссылки, судимость по политической статье была снята с него только в 1955 году. Невзирая на перенесенные невзгоды, Г.А. Разуваев был полон энергии и творческих замыслов. Он начинает заведовать кафедрой органической химии Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского и одновременно лабораторией органической химии в университетском НИИ химии. И, забегая вперед, следует отметить, что Григорий Алексеевич всегда, при всей своей занятости в проведении и организации научных исследований, уделял большое внимание вопросам подготовки химиков-органиков в университете как для развития научных исследований, так и для работы в промышленных лабораториях.



Буквально с нуля ему удалось развернуть работы по исследованию свободно-радикальных реакций металлоорганических соединений (МОС) – совершенно новому тогда направлению для горьковских химиков, сосредоточенных в основном на проблемах радиоактивности. Параллельно у Григория Алексеевича установились творческие отношения с химиками Дзержинска, он стал научным консультантом в нескольких заводских лабораториях. В пятидесятые годы в Дзержинске уже существовало массовое производство синтетических смол и пластических масс для народного хозяйства. Однако получаемые продукты не совсем отвечали предъявляемым к ним требованиям, стояла важная задача повысить качество и долговечность пластмассовых материалов. В качестве стабилизаторов исходных полимеров на производстве использовался целый ряд МОС немецкого производства, поэтому особо острой проблемой было получение отечественных стабилизаторов. Именно в этом направлении Г.А. Разуваев с сотрудниками быстро добился прорывных результатов, получивших поддержку руководства химической отрасли и Академии наук.

1958 год ознаменовался сразу двумя большими событиями: Г.А. Разуваев стал лауреатом Ленинской премии за работу «Исследования в области свободных радикалов в растворах» (в СССР это была первая Ленинская премия в области химии) и был избран в члены-корреспонденты Академии наук СССР. Еще через три года Г.А. Разуваев был награжден орденом Ленина за выдающийся вклад в развитие химической науки и химического образования в стране.

### Рождение академической науки в Горьком

В самом начале 1960-х годов видные советские учёные-химики академик В.А. Каргин, доктор химических наук М.Б. Нейман, члены-корреспонденты АН СССР Н.М. Эммануэль и Г.А. Разуваев обратились в ЦК КПСС и Совет Министров СССР с предложением об образовании в Горьком академического учреждения – Лаборатории стабилизации полимеров. Она была создана и приступила к работе в 1963 году, помещаясь в здании ГГУ на ул. Свердлова (ныне ул. Б. Покровская).

В лаборатории развивались три научных направления: старение и стабилизация поливинилхлоридов (чл.-корр. Г.А. Разуваев); синтез и свойства затрудненных фенолов и соответствующих феноксилильных радикалов – потенциальных стабилизаторов полимеров (к.х.н. Н.С. Василейская); химия МОС (д.х.н. Н.С. Вязанкин). Среди первых сотрудников новой лаборатории были также М.Н. Бочкарев, Э.П. Олейник, Л.В. Горбунова, О.А. Круглая, Г.С. Калинина, В.Т. Бычков, Т.Н. Бревнова, Д.В. Муслин, Е.Н. Гладышев. В 1964 году пришли Б.Б. Троицкий, Л.С. Троицкая, Г.А. Абакумов и Л.П. Майорова, была создана аналитическая группа (А.М. Золотарёва, В.И. Кузина, Т.Н. Конкина и Р.П. Захарова). Автоокислением биметаллоорганических соединений с 1965 года начала заниматься В.Н. Глушакова.

Многие выпускники химического факультета получили возможность работать в ЛСП, круг молодых сотрудников постоянно расширялся. Помещения были плохо оборудованы, их не хватало, но трудности не пугали вчерашних студентов, все работали с большим интересом и энтузиазмом. В 1965 году в лаборатории работали уже 32 человека, большинство из них – под научным руководством Г.А. Разуваева.

В 1965 году в лаборатории возникло новое направление – химия высококичестных веществ, которым руководил доктор химических наук, заведующий кафедрой неорганической химии ГГУ Г.Г. Девярых.

В конце 1965-го – начале 1966 года часть сотрудников, занимающихся химией МОС, и группа химии высококичестных веществ переехали в небольшое двухэтажное здание бывшего молельного дома Бугровского скита на ул. Артельной. Условия работы несколько улучшились, но помещений для развития исследований было явно недостаточно. Светлое будущее в виде специально построенного здания было еще впереди.





В 1963 году произошёл существенный прорыв в области металлоорганического синтеза – в лаборатории был получен первый представитель нового класса МОС – биэлементоорганическое соединение со связью Ge–Hg–Ge (Г.А. Разуваев, Н.С. Вязанкин, Е.Н. Гладышев). Это удалось сделать благодаря открытию гидридного метода синтеза, названного впоследствии реакцией Разуваева – Вязанкина. В дальнейшем (1963 – 1966) соединения такого типа были получены для различных элементов, занимающих центральное положение в гетероэлементной цепочке (М.Н. Бочкарев, В.Т. Бычков, Г.С. Калинина, О.А. Круглая).

Новый метод синтеза оказался универсальным и позволил получить широкий круг би- и полиэлементоорганических соединений. Признанием значимости этих работ стало избрание Г.А. Разуваева действительным членом АН СССР (1966) и затем присуждение Г.А. Разуваеву и Н.С. Вязанкину Государственной премии СССР за цикл работ по разработке синтеза полиядерных металлоорганических соединений со связями металл – металл (как переходных, так и непере-ходных) (1971).

Проблема стабилизации поливинилхлорида, имеющая большое значение для химической промышленности, также была одним из основных направлений исследований лаборатории (Г.А. Разуваев, Б.Б. Троицкий, Л.С. Троицкая, позднее В.Н. Мяков, Л.В. Хохлова). Были разработаны стабилизаторы ПВХ, позволившие существенно повысить температуру переработки полимера и создать технологии производства изделий из прозрачного жесткого (непластифицированного) ПВХ. Одновременно был предложен механизм его термодеструкции.

Планируя создание академического учреждения, Г.А. Разуваев хорошо понимал важность металлоорганической химии и для других отраслей промышленности, прежде всего для радиоэлектроники. По инициативе профессора М.Т. Греховой в начале 1960-х годов в Горьком было создано отраслевое предприятие «Салют» для разработок новых систем в этой области. По ее же предложению Г.А. Разуваев начал создавать группу ученых-химиков на этом предприятии, во главе которой стал Г.А. Домрачев (1962). До этого, еще в конце 1950-х годов, Г.А. Разуваев и Г.А. Домрачев, работая в университетском НИИ химии, показали, что при распаде бис(арен)хрома в газовой фазе можно получить хромовые и карбидно-хромовые покрытия, обладающие целым рядом полезных качеств. Так начинались технологии получения покрытий путем осаждения МОС их газовой фазы. Эти исследования получили свое успешное продолжение в НИИ «Салют», где рядом с Г.А. Домрачевым сложилась активная группа молодых специалистов – аспиранты Г.А. Разуваева К.Г. Шальнова, О.Н. Суворова, Л.Г. Абакумова. Позже эта группа продолжила свои исследования в ИХ АН СССР, когда были построены производственные мастерские нового института в Щербинках. Полученные в этом направлении результаты были опубликованы в монографии Г.А. Разуваева, Б.Г. Грибова, Г.А. Домрачева, Б.А. Саламатина «Металлоорганические соединения в электронике», вышедшей в 1972 году.

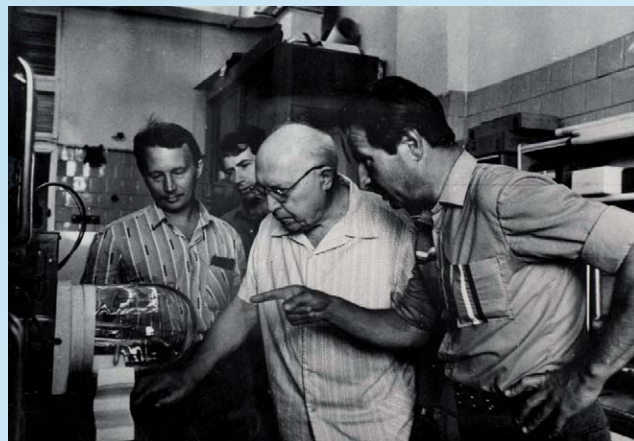
### От Лаборатории к Институту

К концу 1960-х годов стало ясно, что научная деятельность лаборатории выходит далеко за рамки полимерного направления и ведется на самом передовом уровне. Встал вопрос о создании на ее базе нового академического института. Постановлением Президиума АН СССР в 1969 году Лаборатория стабилизации полимеров АН СССР была преобразована в Институт химии АН СССР (ИХ АН СССР). В этом же году Г.А. Разуваеву было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Исходя из основных направлений института, были сформированы первые лаборатории:

- лаборатория стабилизации полимеров (зав. лаб. академик Г.А. Разуваев),
- лаборатория летучих соединений металлов и чистых веществ (зав. лаб. член-корр. Г.Г. Девятых),
- лаборатория химии металлоорганических соединений (зав. лаб. д.х.н. Н.С. Вязанкин).

В 1973 году ИХ АН СССР переехал в новое, специально построенное здание в Щербинках. К тому времени институт существовал в виде двух крупных отделов – металлоорганической химии (рук. Г.А. Разуваев) и химии высококичтых веществ (рук. Г.Г. Девятых). В отделе Г.А. Разуваева работало четыре лаборатории: лаборатория МОС



В.И. Неводчиков, Г.А. Разуваев и Г.А. Абакумов

(зав. д.х.н. Г.А. Абакумов), лаборатория стабилизации полимеров (рук. Г.А. Разуваев, зам. зав. к.х.н. Л.М. Терман), лаборатория спектроскопии (зав. д.х.н. А.Н. Егорочкин), лаборатория технологии МОС (зав. д.х.н. Г.А. Домрачев). В 1979 году из лаборатории МОС выделилась лаборатория полиядерных МОС (зав. д.х.н. М.Н. Бочкарев).

В 1976 году за цикл работ в области изучения теоретических и прикладных аспектов термораспада МОС Г.А. Разуваев и Г.А. Домрачев (совместно с Б.Г. Грибовым, Б.А. Саламатиним, В.И. Брегадзе, С.П. Губиным и др.) были удостоены Государственной премии СССР.

Это десятилетие – с середины 60-х до середины 70-х – было блестящим для металлоорганической химии в Горьком. Опыт и бесспорный авторитет лидера школы Г.А. Разуваева, энергия и организаторские способности Н.С. Вязанкина, энтузиазм и вера в успех сплоченных молодых сотрудников, да и сама тематика работ, находящихся на передовом уровне и получивших мировое признание, – все это способствовало быстрому развитию исследований и укреплению научной школы. Работа строилась на основе широкой кооперации с химиками, занимающимися металлоорганическим синтезом в институтах Москвы, Риги, Иркутска, зарубежных стран. В те годы в г. Горьком – и в самом ИХ АН СССР, и в ГГУ – не раз проходили выездные сессии Отделения общей и технической химии АН СССР, всесоюзные конференции, на которые съезжались крупнейшие учёные-химики со всей страны. Параллельно формировались и крепились международные связи института. Еще с конца 1950-х годов Г.А. Разуваев выезжал на конференции во Францию, Англию, Индию, США, Италию, ФРГ, страны Восточной Европы, затем стал организовывать поездки своих учеников и посещение видными иностранными учёными-химиками своих лабораторий, несмотря на все возникающие при этом трудности, характерные для «закрытого» города.

Другое направление исследований – химия высококичтых веществ – развивалось своим путем, здесь также были достигнуты значительные успехи, оказавшиеся востребованными в промышленности, создавалась своя научная школа. В 1979 году бюро ООТХ АН СССР под руководством академика-секретаря Н.М. Эммануэля отметило фактическое существование двух институтов с различной тематикой и указало на целесообразность соответствующего разделения ИХ АН СССР. Но произошло такое разделение еще не скоро...

В октябре 1988 года после распоряжения Совета Министров СССР (№ 1582-р от 06.08.1988 г.) Президиум АН СССР принял постановление (№ 1152 от 25.10.1988) о реорганизации Института химии АН СССР и создании на его базе Института металлоорганической химии (ИМХ) АН СССР и Института химии высококичтых веществ (ИХВВ) АН СССР. Директором ИМХ был назначен член-корреспондент АН СССР Г.А. Абакумов, почётным директором – академик Г.А. Разуваев, которому исполнилось тогда 93 года. При создании ИМХ к началу 1989 года в институте работали шесть лабораторий, общая численность сотрудников – 167 человек (из них 139 научных сотрудников).

Вскоре, 12 февраля 1989 года, Григорий Алексеевич ушел из жизни. Но он успел сделать главное – оставить своим ученикам и сотрудникам институт, где они смогут продолжить исследования в заложенных им направлениях. С 1995 года ИМХ РАН носит имя своего основателя.



Сегодня нижегородская металлоорганическая химия успешно развивается под руководством учеников Г.А. Разуваева – академика РАН Глеба Арсентьевича Абакумова, чл.-корр. РАН Георгия Алексеевича Домрачева, проф. Михаила Николаевича Бочкарева и уже их учеников – чл.-корр. РАН Владимира Кузьмича Черкасова, чл.-корр. Игоря Леонидовича Федюшкина, проф. Александра Анатольевича Трифонова. Уровень исследований Разуваевской школы по-прежнему высок, достигнутые результаты имеют широкое признание в стране и в мире. По данным ведущей международной системы научного цитирования Web of Science, 22 сотрудника института (практически, каждый пятый научный сотрудник) входят в число так называемых мировых экспертов – ученых, работы которых цитировались более 100 раз за последние 7 лет.

Стратегическим направлением работ ИМХ РАН всегда были и остаются фундаментальные исследования природы химических связей, позволяющие находить новые методы и схемы синтеза химических соединений, анализировать их свойства. Однако с момента создания ЛСП академическая химия в нашем городе опиралась на взаимодействие с промышленностью, на проблемно-ориентированные прикладные разработки. Такое сочетание характеризует работы института и в настоящее время.

Сегодня в ИМХ РАН работают 10 лабораторий и 2 исследовательские группы, общая численность сотрудников составляет 135 чел. (из них – 111 научных сотрудников). Большинство научных сотрудников имеют ученую степень (19 докторов и 63 кандидата наук). Несмотря на высокий квалификационный уровень сотрудников, в институте много молодежи – в нем работают сегодня 19 аспирантов, 52 ученых имеют возраст до 35 лет. По возрасту и научной квалификации сотрудников ИМХ может быть отнесен к числу наиболее успешных институтов академии.

Остановимся на ряде значительных достижений ИМХ РАН последнего времени.

### Комплексы металлов со свободно-радикальными лигандами

Исследование таких химических комплексов занимает особое место в тематике института. Начало им было положено около полувека назад, когда Г.А. Абакумов методом электронного парамагнитного резонанса начал исследование комплексообразования нитроксильных радикалов с льюисовыми кислотами. В дальнейшем в качестве объектов исследования были выбраны комплексы с о-семихиноновыми лигандами. Свойственная этим лигандам редокс-активность, способность менять свое состояние окисления в составе металлокомплекса, определяет целый ряд необычных физических и химических свойств соединений этого класса, чем и обусловлен значительный интерес к ним.

Институт является одним из ведущих центров в области синтеза новых, редокс-активных лигандов. За последние три десятилетия на основе оригинальных методик получено несколько сотен о-хиноновых, о-иминохиноновых и диазидиновых лигандов. На их основе о-семихиноновые и родственные им комплексы получены практически для всех переходных и непереходных металлов. Новый обширный класс соединений включает самые различные по составу металлокомплексы: гомолигандные моно-, бис- и поли-о-семихиноновые комплексы, смешанно-лигандные, содержащие наряду с радикальными анионные или нейтральные лиганды, би- и полиядерные металлокомплексы.

Свойственная о-семихиноновым лигандам редокс-активность, связанная с обратимым внутримолекулярным переносом электрона металл-лиганд, позволила также обнаружить уникальное явление редокс-изомерии – изомерии, обусловленной сосуществованием изомеров, различающихся центром локализации неспаренного электрона. Именно внутримолекулярный перенос электрона лежит в основе фото(термо)механического эффекта, открытого Г.А. Абакумовым и В.И. Неводчиковым. Этот уникальный феномен, заключающийся в обратимом упругом изгибе нитевидных кристаллов под воздействием тепла и света, был впервые обнаружен на кристаллах о-семихинонового комплекса родия.

Еще одной областью исследований, для которой комплексы металлов с радикальными о-семихиноновыми и родственными им лигандами представляют несомненный интерес, являются молекулярные магнетики. Установлено, что характер магнитного обменного вза-

имодействия и основное электронное состояние комплекса критическим образом детерминированы его молекулярной структурой. Следовательно, целенаправленно формируя координационную сферу комплекса, можно управлять его магнитными свойствами. Наиболее ярким примером здесь явились бис-о-семихиноновые комплексы меди, низкоспиновое основное электронное состояние которых при присоединении дополнительного лиганда трансформировалось в высокоспиновое.

### Комплексы непереходных металлов с редокс-активными лигандами

Исследования в этом направлении также могут быть отнесены к «фирменной» проблематике института. Усилиями трех групп, руководимых чл.-корр. РАН, д.х.н. И.Л. Федюшкиным, д.х.н. А.В. Пискуновым, к.х.н. А.И. Поддельским, под общим руководством академика Г.А. Абакумова в институте разработано совершенно новое направление: синтез и исследование реакционной способности комплексов непереходных металлов с редокс-активными лигандами, имитирующее поведение значительно более дорогостоящих и зачастую менее доступных комплексов переходных металлов.

Обнаружение феномена моделирования химических свойств комплексов переходных металлов системой «редокс-активный лиганд – непереходный металл» является крупным достижением в химии элементов главных подгрупп. Известно, что большинство реакций присоединения, замещения и элиминирования, протекающих с участием соединений переходных металлов, реализуются благодаря способности переходного металла изменять свою степень окисления. Такая способность отсутствует у непереходных металлов, однако расширить возможности непереходных металлов помогают редокс-активные лиганды – лиганды, способные изменять свою степень окисления (восстановления) в координационной сфере металла. Сотрудниками института показано, что комплексы непереходных металлов с редокс-активными лигандами способны участвовать в химических процессах, характерных, как было принято считать ранее, только для соединений переходных металлов. К таким процессам относятся и обратимое образование комплексов с молекулярным кислородом.

На примере комплексов сурьмы с о-иминобензохиноновыми и о-бензохиноновыми лигандами впервые показана возможность фиксации молекулярного кислорода комплексами непереходного элемента (сурьмы). Открытие этой реакции предоставляет широкие возможности для создания целого ряда технологических процессов. Обнаружение уникальной реакционной способности комплексов сурьмы с редокс-активными катехолатными и о-амидофенолятными лигандами обратимо взаимодействовать с молекулярным кислородом имеет важное феноменологическое значение, впервые демонстрируя возможность участия непереходных элементов в составе комплексов с редокс-активными лигандами в важнейших биохимических процессах.

Сотрудниками лаборатории органических производных непереходных металлов (руководитель И.Л. Федюшкин) получены уникальные соединения со связями металл-металл, производные редкоземельных элементов, обнаруживающие обратимый термически-индуцированный внутримолекулярный перенос электрона (явление редокс-изомерии), каталитические системы для получения биосовместимых полимеров и, наконец, новое поколение катализаторов реакций органического синтеза.

### Химия редкоземельных металлов

ИМХ РАН является мировым лидером по изучению редкоземельных металлов. Одним из наиболее ярких результатов в этой области является синтез двухвалентных производных лантаноидов, впервые реализованный проф. М.Н. Бочкаревым. Бурное развитие химии органических производных редкоземельных металлов осуществляется в последние годы в лаборатории его ученика – д.х.н., проф. А.А. Трифонова.

Это направление имеет фундаментальный характер, поскольку связано с синтезом новых классов соединений f-элементов с нехарактерными для химии этих металлов лигандами, с изучением их строения, реакционной способности, природы связи металл-лиганд. Одна из динамично развивающихся тем посвящена синтезу комплексов лантаноидов, содержащих высокорекционноспособные связи M-C и M-H, изучение их реакционной способности и каталитической ак-





М.Н. Бочкарев

тивности в различных превращениях ненасыщенных субстратов. Разработан ряд эффективных и селективных катализаторов получения биосовместимых и биоразлагаемых полимеров на основе лактида и лактонов, полимеризации диенов, внутри- и межмолекулярного гидроаминирования и гидрофосфинирования олефинов,

включая энантиоселективное гидроаминирование-циклизацию аминоклефинов. Большое внимание также уделяется разработке новых природосберегающих и атомноэкономных химических методов, основанных на использовании ежегодно возобновляемых ресурсов в рамках концепций «зеленой химии» и «устойчивого развития». В их числе – разработка эффективных катализаторов

Эти исследования важны и для создания новых функциональных материалов для биомедицинских применений. В ходе выполнения проекта ERANETRUS в рамках VII Европейской программы были разработаны методы синтеза наноразмерных частиц координационных полимеров полицианометаллатов лантаноидов, обладающих одновременно люминесцентными и магнитными свойствами и оказавшихся эффективными контрастными реагентами для магнитно-резонансной томографии.

#### Новые технологии металлоорганических соединений

С первых лет формирования коллектива научной школы Г.А. Разуваева исследования, имеющие прикладную направленность, занимали значительное место. Одна из основных лабораторий, основателем и идейным вдохновителем которой долгие годы был чл.-корр. РАН Г.А. Домрачев, так и называлась – лаборатория технологии металлоорганических соединений. Именно в этом коллективе были разработаны методы и приемы использования МОС для получения термостойких, коррозионно-стойких и прочных покрытий на металлических деталях и конструкциях. Предложенная технология нанесения покрытий, не имевшая в те годы аналогов за рубежом, нашла широкое применение на многих заводах СССР.

В той же лаборатории в начале 1990-х годов зародилось и стало успешно развиваться новое направление – синтез фуллеренов. В то время получаемые в институте фуллерены, свойства которых были предметом интенсивных исследований, пользовались большим спросом. Постепенно фуллереновая тематика трансформировалась в тематику многостенных углеродных нанотрубок – материала, родственного по природе фуллеренам, но существенно отличного от них по своему молекулярному устройству и физическим характеристикам. Уникальные токопроводящие и конструкционные свойства нанотрубок и их металлизированных модификаций позволяют прогнозировать применение нового вещества в строительстве, приборостроении, радиоэлектронике.



Г.А. Домрачев и Г.А. Разуваев



С.А. Чесноков и В.К. Черкасов

Другое важное направление – создание удобных способов нанесения просветляющих покрытий на поверхность силикатных стекол (группа д.х.н. Б.Б. Троицкого). Такие покрытия повышают на 5–10 % коэффициент полезного действия приборов, генерирующих и принимающих излучение с различной длиной волны.

Совместными усилиями лабораторий, руководимых к.х.н. С.А. Чесноковым и к.ф.-м.н. С.Н. Менсовым, разработана технология получения нового пористого материала на основе триэтиленгликоля-диметакрилата, обладающего уникальными гидрофобными свойствами. Фильтрация дизельного топлива через мембрану толщиной 2 см, изготовленную из такого полимера, позволяет снизить содержание воды в топливе в 10 раз. В настоящее время эта технология проходит патентную экспертизу и подготовлена к промышленным испытаниям на заводе «КАМАЗ».

Выполняемые в лаборатории полиядерных МОС под руководством проф. М.Н. Бочкарева работы по синтезу и изучению свойств органических комплексов редкоземельных металлов стали основой для создания эффективных электролюминесцентных соединений. Яркость свечения модельных органических светодиодов на основе некоторых из полученных материалов оказалась выше, чем яркость светодиодов на основе всех известных органолантаноидных фосфоров, а эффективность инфракрасного излучения превысила известные по публикациям и патентам данные почти в сто раз. Эти соединения, синтез и применение которых защищены патентами РФ, могут стать основным функциональным материалом в экранах телевизоров, мониторов, дисплеев и в осветительных приборах нового поколения, производство которых в России только зарождается.

В лаборатории кремнийорганических соединений более четырех лет развивается инициированное к.х.н. Л.Г. Клапшиной перспективное и новое для института направление – создание новых материалов для биомедицинских приложений. Полученные хромофоры и наноматериалы на основе порфиразиновых производных, как ожидается, найдут применение в качестве сенсбилизаторов в фотодинамической терапии рака и как флюоресцентные маркеры для диагностики онкологических и других заболеваний. Предварительные испытания, выполненные в Нижегородской медицинской академии и на биологическом факультете ННГУ, подтвердили их перспективность.

В группе, возглавляемой д.т.н. Б.И. Петровым, разработан способ получения труднотлетучих органических соединений кальция и бария в форме, позволяющей при нагревании переводить их в паровую фазу без разложения. Благодаря способности к сублимации при температурах 100–150 °С, полученные материалы являются удобными прекурсорами для получения методом МОСVD тонких плёнок оксидов бария и кальция – ценных полупроводниковых и зарядо-транспортных материалов.

Подводя краткий итог, можно сказать одно. Научная школа академика Г.А. Разуваева – блестящий пример того, что представляет собой феномен научных школ в российской науке, и насколько они важны для того, чтобы она была действенной частью мировой. И сегодня, спустя уже почти четверть века после ухода Г.А. Разуваева из жизни, его школа не просто продолжает существовать, но дает все новые и новые побегі – в ней рождаются новые научные лидеры, открываются новые направления исследований и новые области применения результатов, возникают новые стимулы дальнейшего роста.

К.Г. Шальнова,  
ученый секретарь ИМХ РАН, к.х.н.



Создание Института химии высокочистых веществ, как академического научного учреждения, было естественным следствием успешного развития нижегородской научной школы по получению и анализу высокочистых веществ. Его организация четверть века назад указывала на то, что эта школа – научная школа академика Г.Г. Девятовых – являлась в то время ведущей в стране. Работы института за прошедшие годы только закрепили этот статус, и сегодня он продолжает занимать лидирующие позиции по целому ряду направлений химии высокочистых веществ.

История нижегородской – самой крупной в стране – научной школы по химии высокочистых веществ насчитывает уже более полувека и неразрывно связана с именем академика Григория Григорьевича Девятовых (1918 – 2005), Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской премии и Государственной премии РФ, одного из крупнейших ученых-химиков нашей страны. Исследования в этой новой тогда области химии были начаты им еще в 1956 году на химическом факультете Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. С 1964 года эта тематика стала развиваться в Лаборатории стабилизации полимеров АН СССР, которая в 1968 году была реорганизована в Институт химии АН СССР. В ИХ АН Г.Г. Девятовых возглавлял сначала лабораторию летучих соединений металлов и чистых веществ, затем отдел химии высокочистых веществ (см. предыдущий материал. – Ред.). С 1988 года отечественным центром исследований по получению и анализу высокочистых веществ и материалов на их основе стал Институт химии высокочистых веществ АН СССР во главе с академиком Г.Г. Девятовых. С 1998 года и до настоящего времени институт возглавляет его ученик, лауреат Государственной премии РФ академик М.Ф. Чурбанов.



Само понятие «химия высокочистых веществ» было введено в научный оборот Г.Г. Девятовых. В возглавляемой им научной школе выросли и получили известность многие крупные ученые, ставшие затем лидерами в собственных направлениях исследований. Среди них академик М.Ф. Чурбанов, член-корреспондент РАН А.Н. Гурьянов, доктор наук А.В. Гусев, В.А. Крылов, И.Д. Ковалев, А.Н. Моисеев, Е.М. Гавришук и многие другие.

Высокочистые вещества – основа многих разделов современного материаловедения, на их базе создаются материалы, востребованные новыми высокотехнологичными отраслями промышленности. Микро- и нанoeлектроника, волоконная и интегральная оптика, оптоэлектроника – вот неполный перечень направлений, для которых вещества и материалы, полученные в высокочистом состоянии, обеспечивают саму возможность их существования и развития. Поскольку исследования в области высокочистых материалов очень востребованы, то самая тесная их связь с прикладными разработками и направленность на дальнейшее внедрение – то, что сейчас называют инновационным потенциалом, – всегда были отличительной чертой научной школы Г.Г. Девятовых и созданного им института. Вместе с тем, сам Г.Г. Девятовых, а затем его уче-



ники и соратники всегда стремились к выявлению наиболее важных задач фундаментального характера, которые лежат в основе этой междисциплинарной области – фактически пограничной между химией, физикой и техникой. В силу этого институт активно сотрудничает не только с отраслевыми НИИ и промышленными предприятиями, но и с рядом академических институтов. Наиболее тесное взаимодействие сложилось с Институтом общей физики им. А.М. Прохорова РАН и Научным центром волоконной оптики РАН. Примером одного из важных результатов этого сотрудничества может служить создание кварцевых и халькогенидных световодов с предельно низкими оптическими потерями в соответствующих диапазонах частот, необходимых для современной волоконно-оптической связи. По ряду других направлений, например в области лазерной физики и плазменной химии, ИХВВ сотрудничает сегодня и с нижегородскими институтами РАН – с Институтом прикладной физики и Институтом физики микроструктур.

Среди результатов, внесших наиболее существенный вклад в развитие химии высокочистых веществ как раздела фундаментального химического знания, можно отметить следующие.

### Развитие научных основ процессов разделения смесей и получения высокочистых веществ. Разработка методов глубокой очистки веществ различных химических классов

Разработаны физико-химические основы получения высокочистых веществ различных химических классов. Предложены статистико-термодинамические методики расчета коэффициента разделения для равновесия жидкость-пар и кристалл-жидкость, которые позволяют теоретически оценить величину коэффициента разделения. Развита теоретическая основа глубокой очистки веществ в противоточных многоступенчатых процессах – ректификации, противоточной кристаллизации из расплава, зонной перекристаллизации.

Созданы научные основы процессов глубокой очистки, и получены в высокочистом состоянии летучие неорганические гидриды, хлориды, металлоорганические соединения, простые вещества. Степень чистоты многих из них является рекордной.

Созданы оригинальные конструкции колонных аппаратов и показана их эффективность при глубокой очистке конкретных веществ.

Проведен большой цикл работ по исследованию загрязняющего действия конструкционных материалов при их контакте с высокочистыми веществами. Изучен механизм этого процесса, определена скорость поступления примесей в летучие неорганические хлориды из ряда наиболее распространенных конструкционных материалов. Это позволило обоснованно подбирать материалы при создании аппаратуры для получения высокочистых веществ с учетом требуемой чистоты конечного продукта. Показана роль загрязняющего действия материала аппаратуры как явления, принципиально ограничивающего достижимую глубину очистки веществ.

Исследовано поведение взвешенных наночастиц как специфической группы примесей при глубокой очистке летучих веществ. Установлено, что оно существенно отличается от поведения примесей, образующих истинный раствор с очищаемым веществом. Предложен и реализован новый высокоэффективный метод глубокой очистки от взвешенных частиц – пленочная ректификация с наложением на пар температурного градиента (термодистилляция).

### Развитие методов анализа высокочистых веществ

Работы по получению высокочистых веществ сопровождались одновременной или опережающей разработкой методов качественного и количественного определения примесей. Разработаны высокочувствительные методики анализа, основанные на искровой и лазерной масс-спектрометрии, фотоэлектрической спектроскопии, химико-атомно-эмиссионном и атомно-абсорбционном анализе, электронной микроскопии, рентгеновском микроанализе, ИК- и УФ-спектроскопии, газовой и жидкостной хроматографии, лазерной ультрамикроскопии. Это позволяет комплексно охарактеризовать примесный состав высокочистых веществ и материалов различных химических классов. Определение практически важного большинства примесей в твердых веществах возможно при концентрации до  $10^{-10}$  %; в летучих веществах возможно определение примесей в элементной и молекулярной форме от  $10^{-1}$  до  $10^{-8}$  %.



## Получение, анализ и исследование свойств высокочистых веществ. Создание новых материалов на основе высокочистых веществ

Значительный объем работ выполнен по изучению свойств высокочистых веществ. Исследованы взрыво- и пожароопасности летучих гидридов и металлоорганических соединений. Измерены теплоемкость и теплопроводность ряда высокочистых веществ, электропроводность металлов в области низких температур, изучено влияние примесей на эти свойства.

Разработаны научные основы и методы получения ряда высокочистых оптических и полупроводниковых материалов, включая кварцевое стекло для волоконных световодов с предельно низкими оптическими потерями, поликристаллический селенид и сульфид цинка для силовой оптики среднего ИК-диапазона, халькогенидные стекла для изготовления волоконных световодов с малыми оптическими потерями в среднем ИК-диапазоне, монокристаллический германий для детекторов ионизирующих излучений. Совместно с НЦВО РАН разработаны методы получения и получены кварцевые световоды с предельно низкими (0,2 дБ/км) оптическими потерями для линий волоконно-оптической связи и халькогенидные световоды с рекордно низкими на сегодня оптическими потерями в среднем ИК-диапазоне (14–100 дБ/км). Исследованы примесно-чувствительные оптические свойства (оптические потери, лучевая стойкость) таких высокочистых материалов, как кварцевое стекло, халькогенидные и фторидные стекла, поликристаллические селенид и сульфид цинка.

## Разработка научных основ технологий высокочистых веществ и материалов, создание на их основе функциональных устройств

Исследования по основополагающим проблемам химии высокочистых веществ сопровождаются разработкой рациональных схем, методов и методик получения и анализа высокочистых веществ, соответствующей аппаратуры, выпуском опытных партий таких веществ и материалов. Это обеспечивает надежную проверку результатов научных исследований, быстрый переход от высокочистого вещества к высокочистому материалу, функциональные испытания материалов для различных практических применений. Результаты ряда разработок переданы в промышленность.

Результаты выполненных исследований нашли отражение более чем в 1700 научных публикациях, в монографиях, в 200 патентах и авторских свидетельствах на изобретения.

С самого начала работ по проблеме высокочистых веществ и материалов Г.Г. Девятых большое внимание придавал консолидации всех коллективов страны, занятых этой проблемой. Практически одновременно с началом работ по высокочистым веществам г. Горький стал постоянным местом проведения всесоюзных (а затем всероссийских) конференций по химии высокочистых веществ и материалов, первая из которых состоялась в 1961 году.

Открытый обмен информацией, проведение совместных исследований позволили осуществить уникальный научный проект по бо-



ру и аттестации образцов наиболее чистых веществ и материалов, получаемых в России и за рубежом. Этот проект реализуется до настоящего времени в рамках созданной на базе ИХВВ по решению Президиума АН СССР (1974) постоянно действующей **Выставки-коллекции веществ особой чистоты**. За неполные 40 лет собрана уникальная коллекция высокочистых веществ, включающая более 650 образцов наиболее чистых простых веществ (элементов), летучих соединений, молекулярных твердых веществ, исследован их примесный состав, создана информационно-расчетная система «Высокочистые вещества и материалы», база данных которой насчитывает примерно 42000 примесь-определений. Такая выставка-коллекция является в настоящее время единственной в мире по охвату материала и полноте представленных данных, обеспечивая информационное сопровождение деятельности Научного совета по химии высокочистых веществ РАН.

По данным выставки-коллекции среди наиболее чистых образцов химических элементов лишь около 4% имеет суммарное содержание примесей на уровне  $10^{-6}$  ат. %, и примерно для одной трети химических элементов суммарное содержание примесей близко  $10^{-3}$  ат. %. Абсолютное содержание примесей даже в наиболее чистых твердотельных веществах составляет величину  $10^{15}$ – $10^{16}$  ат./см<sup>3</sup>. Однако это не тот уровень, за которым полностью исчезает влияние примесей на свойства вещества. Известно, что примеси и дефекты структуры вносят соответствующие вклады в количественные значения параметров вещества, характеризующих его свойства. При повышении степени чистоты может наступить состояние, когда вклад дефектов сравняется с величиной вклада от примесей. Соответствующее этому содержание примесей – нижняя граница области примесной







вести к обнаружению новых или более яркому проявлению уже известных их свойств.

### Важнейшие достижения последних лет

- Продолжена разработка теоретических основ и методов глубокой очистки веществ. Существенно углублены представления о форме нахождения примесей в высокочистых веществах и механизме их влияния на свойства высокочистых веществ и материалов. Это дало новые возможности в создании более совершенных технологических процессов, более чистых, структурно совершенных и эффективных материалов для микро- и наноэлектроники, волоконной и силовой оптики, оптоэлектроники.

- Разработаны научные основы получения высокочистого моноизотопного кремния. Предложен метод и впервые в мире получены структурно совершенные монокристаллы моноизотопного кремния  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{29}\text{Si}$  и  $^{30}\text{Si}$ , исследованы их свойства (в кооперации с отечественными и зарубежными научными организациями).

- Разработаны методы получения и изготовлены опытные партии волоконных световодов из кварцевого стекла, легированного ионами редкоземельных элементов и высоколегированного оксидами германия и фосфора (совместно с НЦВО РАН). Из таких световодов изготовлены волоконные лазеры и оптические усилители с рекордными характеристиками.

- Разработаны физико-химические основы парофазного химического осаждения высокочистых поликристаллических халькогенидов и монокристаллических пленок соединений  $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{VI}}$ . Разработана технология и создан комплекс оборудования для получения высокочистого поликристаллического селенида цинка для силовой оптики среднего ИК-диапазона.



чувствительности – является важнейшей характеристикой. Нахождение таких значений для всех примесно-чувствительных свойств относится к основным задачам химии высокочистых веществ. С этим связано главное направление исследований ИХВВ РАН – продвижение к новому, более высокому уровню чистоты как в самых чистых на сегодня веществах, так и в тех, степень чистоты которых в настоящее время относительно невелика. Получение более чистых веществ может при-

- Разработаны методы получения высокочистых халькогенидных стекол и изготовления световодов на их основе с малыми оптическими потерями в среднем ИК-диапазоне (совместно с НЦВО РАН). По ряду технических характеристик такие световоды не имеют аналогов.

- Разработаны способ и оборудование для получения монокристаллических эпитаксиальных слоев кадмий-ртутеллур путем парофазного химического осаждения из паров ртути и металлоорганических соединений кадмия и теллура. Испытания опытных образцов получаемых структур показали, что по степени чистоты и структурному совершенству они пригодны для изготовления фотоприемников в ИК-диапазоне.

- Разработаны способ и оборудование для получения особо чистых гидридов кремния, германия, серы, селена с содержанием примесей металлов  $10^{-7}$ – $10^{-6}$  % мас. для микро- и оптоэлектроники.

- Разработаны способ и оборудование для получения высокочистых галогенидов кремния, фосфора, германия, углерода с содержанием лимитируемых примесей  $10^{-5}$ – $10^{-7}$  мас. %.

- Разработаны новые высокочувствительные методики определения микропримесей в высокочистых веществах и материалах, в том числе изотопно обогащенных, и методики определения изотопного состава изотопно чистых веществ. Методики разработаны на основе применения широкого набора средств лазерной масс-спектрометрии, масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, атомно-эмиссионной спектрометрии, в том числе с концентрированием примесей, атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа, ИК-спектрологии, газовой и жидкостной хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, лазерной ультрамикроскопии. Комплекс этих методов позволяет определять элементный состав твердых высокочистых веществ в интервале содержания компонентов  $10^{-9}$ –100 % и молекулярный состав примесей в летучих веществах с пределом обнаружения в интервале  $10^{-5}$ – $10^{-8}$  %.

Накопленный в институте опыт исследований и разработок позволяет получать не только востребованные научные результаты, но и высокотехнологическую продукцию, имеющую значительный спрос. Среди них – высокочистые монокристаллы моноизотопных разновидностей кремния, основы элементной базы всей современной электроники; высокочистые материалы (легированное кварцевое стекло, халькогенидные стекла, теллуридные стекла) для волоконной оптики в широком диапазоне длин волн (от видимого до дальнего ИК-диапазонов) и сами волоконные световоды для систем медицинской и технической диагностики, волоконных усилителей и лазеров; оптические элементы из высокочистых селенида и сульфида цинка для приборов различных применений в ИК-диапазоне; высокочистые вещества различного химического состава, необходимые для микро- и оптоэлектроники.

На протяжении всей истории Нижегородской научной школы химии высокочистых веществ одним из характеризующих ее слов, подчеркивающих важность полученных результатов, может служить слово «рекорд». Если степень чистоты получаемых материалов – то рекордно высокая, если степень потерь в таких материалах (например, оптических) – то рекордно низкая, если перспективы внедрения – то рекордно широкие. Остается пожелать всему коллективу ИХВВ им. Г.Г. Десятых РАН дальнейших успехов на избранном научном поприще и прорывов к новым рекордам.

*По материалам буклета, выпущенного к юбилею ИХВВ РАН*





## Международная конференция химиков-металлооргаников

1–7 сентября 2013 года в Нижнем Новгороде состоялась международная конференция: «Металлоорганическая и координационная химия: Фундаментальные и прикладные аспекты». Совместно с ней проводилась международная молодёжная школа-конференция «Металлоорганическая и координационная химия».

Организаторами конференций выступили Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук, а также: Российская академия наук, Отделение химии науки о материалах РАН, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского и Нижегородский научный центр РАН. Финансовая поддержка мероприятий была получена от Российского фонда фундаментальных исследований и некоммерческого фонда социальных инвестиций «Династия».

Институт металлоорганической химии регулярно проводит международные конференции на борту ставшего уже «родным домом» для химиков-металлооргаников комфортабельного 4-палубного теплохода «Георгий Жуков». Мероприятие сопровождалось путешествием по рекам Волге и Шексне по маршруту Нижний Новгород – Ярославль – Горицы – Углич – Кострома – Плётс – Городец – Нижний Новгород.

В организационный комитет конференций вошли академики РАН Г.А. Абакумов, С.М. Алдошин, И.П. Белецкая, Ю.Н. Бубнов, А.Л. Бучаченко, М.П. Егоров, И.Л. Еременко, А.И. Коновалов, И.И. Моисеев, А.И. Музафаров, О.М. Нефедов, В.М. Новоторцев, Р.З. Сагдеев, О.Г. Синяшин, О.Н. Чупахин, члены-

корреспонденты РАН В.П. Ананников, Д.Ф. Гришин, В.Ю. Кукушкин, В.И. Овчаренко, И.Л. Федюшкин, В.К. Черкасов.

На теплоходе было организовано два конференц-зала, оснащенных необходимым для презентаций оборудованием. В программу конференций были включены следующие научные секции:

- Металлоорганическая химия переходных, непереходных и редкоземельных металлов;
- Координационная и бионеорганическая химия;
- Металлокомплексный катализ;
- Координационные полимеры;
- Химия материалов;
- 50 лет химии карборанов;
- Магнитные свойства координационных и элементоорганических соединений.

Всего на конференции было заслушано 6 пленарных, 20 секционных и 36 устных докладов, а также 103 доклада были представлены на стендах. География докладов простирается от Санкт-Петербурга на северо-западе России до Ростова-на-Дону на юге и Иркутска на востоке страны. Большой контингент специалистов делегировали на конференцию Москва, Нижний Новгород и Новосибирск. Иностранное научное сообщество было представлено 18 учеными из США, Китая, Франции, Германии, Индии, Канады и Украины.

Первым свою пленарную лекцию с интригующим названием «Вселенная как путеводитель в новую химию» прочитал один из корифеев металлоорганической и координационной химии – профессор Института неорганической химии города Гёттингена (Германия), иностран-

ный член РАН – Херберт Вальтер Роески. Его доклад был посвящен новым тенденциям в химии, основанным на исследовании строения и свойств соединений непереходных металлов в низких степенях окисления (Al(I), Si(0, I, II), Ge(I, II)). Именно такие частицы все чаще обнаруживают спектральными методами исследователи космического пространства.

В докладе д.х.н. В.И. Брегадзе (ИНЭОС РАН, Москва) был представлен аналитический обзор достижениями координационной и металлоорганической химии в области химии карборанов. Рассматривалось развитие данной тематики в последние 50 лет в различных странах мира, обсуждались перспективы развития как фундаментальных, так и прикладных аспектов. Этот доклад перекликался с лекцией профессора Н.С. Хосмана (Университет Северного Иллинойса, США), в которой освещался ряд новых методологий синтеза пентаборана и декаборана как основных прекурсоров для получения соединенных карборанового ряда. Сообщалось об исторических перспективах химии карборанов и металлокарборанов в рамках последних исследований в данной области, включая получение борсодержащих наноматериалов.

Доклад профессора Я. Гуари (Университет Монпелье, Франция) был посвящен новым направлениям развития химии координационных полимеров на основе полицианидных производных переходных металлов и их применения в области создания магнитных материалов. Основное внимание в лекции уделялось методам формирования наноструктурированных полимеров и возможности их применения в области биомедицины.

Профессор МГУ им. М.В. Ломоносова Е.Р. Милаева в своем докладе постаралась прояснить один из глобальных вопросов всей медицины и фармацевтики в частности: чем является металл – «лекарством или отравой». Она посвятила свою лекцию новым достижениям в области исследования металлосодержащих фармацевтических



Профессор Х.В. Роески (Германия)



Председатель программного комитета академик Г.А. Абакумов



Общение на стендовой сессии. На переднем плане – профессор А.А. Пасынский (ИНЭОС РАН, Москва) и профессор А.Н. Егорочкин (ИМХ РАН, Нижний Новгород)





Турнир по настольному теннису

препаратов. Обсуждался синтез и биологическая активность металлоорганических и координационных соединений, содержащих либо биогенный элемент (Fe, Mn, Cu, Co, Zn), либо фармацевтически важный металл (Pt, Ru, Sn, Sb).

Лекция профессора М. Шланген (Технический университет Берлина, Германия) касалась актуальной темы химии нефти и газа – активации связи C-H в углеводородах, в частности в метане. В сообщении обсуждались механизмы термоокислительного превращения метана в условиях металлокомплексного катализа.

Все больше внимания исследователи, работающие в области химии координационных и металлоорганических соединений, уделяют люминесцентным материалам и процессам создания на их основе органических светоизлучающих диодов. Этой тематике была посвящена одна из сессий конференции, где выступали профессор М.Н. Бочкарев (ИМХ РАН, Нижний Новгород) и профессор А.Г. Витухновский (ФИАН, Москва).

Конференции, проводимые ИМХ РАН, всегда славились достаточно большим представительством молодых ученых среди докладчиков. Однако на этот раз ставшая уже привычной молодежная сессия превратилась в полноценную школу-конференцию. В ее рамках молодые научные сотрудники, аспиранты и студенты сделали 43 устных доклада. 15 из них по окончании конференции были отмечены специальными дипломами от компетентного жюри, состоящего из ведущих российских и зарубежных специалистов. В число премированных попали молодые ученые из Нижнего Новгорода, Москвы, Ростова-на-Дону, Новосибирска и Монпелье (Франция).

Надо сказать, что неширокие коридоры теплохода, где проходили студенческие сессии конференций, оказались кстати для налаживания тесных научных взаимосвязей между учеными из различных организаций и городов. Как правило, после завершения мероприятий на теплоходе завязывается большое количество совместных исследований. Способствует этому не только ограниченное пространство судна, но и целый ряд мероприятий, обеспечивающих совместный досуг участников конференции. По традиции все начиналось с вечера встреч и горячего глинтвейна, которые плавно перетекли в дискотеку на палубе теплохода. Каждая остановка в городах следования неизменно сопровождалась интересной экскурсией. Кульминацией неформальных мероприятий стал международный турнир по настольному теннису. Причем, несмотря на представительство среди участников турнира «спортсменов из Поднебесной», главный приз достался нижегородцу – Максиму Арсеньеву, аспиранту ИМХ РАН.

А.В. Пискунов, д.х.н., в.н.с. ИМХ РАН

## Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2013

Всероссийская конференция «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2013» состоялась 24 – 27 сентября в Институте прикладной физики РАН. Организаторами третьей по счету конференции, при поддержке РФФИ, выступили Российская академия наук, ИПФ РАН, Центр оптико-нейронных технологий НИИСИ, Межрегиональная ассоциация когнитивных исследований, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, НГМА, ЗАО «Нижегородское агентство наукоемких технологий».

Решению проводить конференции этой тематики послужила уверенность российских исследователей «нейроинформационной» и «нейрокибернетической» тематик, к коим относятся и организаторы конференции из ИПФ РАН, в возможности описания человека на основе формализованного подхода. Дискуссии, развернувшиеся на предыдущих двух конференциях, подтвердили это. Кроме того, за последнее время в мире произошли события, которые и вдохновляют нас, и поддерживают нашу точку зрения. Например, начиная с прошлого года, в Европейской комиссии продвигается проект под названием «Цифровой мозг». Генрих Маркхам (руководитель проекта «Цифровой мозг») разработал программу построения иерархических моделей на разных уровнях (от молекул до сетей) и для цифрового описания целого мозга на суперкомпьютере. На реализацию этой программы выделено более 1,2 млрд. евро, и подобный масштаб финансирования ставит новый проект «Мозг человека» в один ряд с такими проектами, как полет на Луну или знаменитый проект «Геном человека».

На совещании в Белом доме, на которое был приглашен президент Национального фонда исследований США Ф. Коллинз, президент Барак Обама выступил с предложением о создании специальной программы «BRAIN Initiative» и выделении в 2014 году не менее 100 миллионов долларов на активное развертывание исследований в области мозга. В частности, Б. Обама сказал: «Если мы хотим производить лучшие товары, мы должны и деньги вкладывать в лучшие идеи... Каждый доллар, вложенный в составление карты генома человека, принес нашей экономике прибыль в 140 долларов... Сегодня наши ученые составляют карту мозга человека с целью открыть тайны болезни Альцгеймера... Сейчас не время экономить на инвестициях в науку и инновации... Сейчас время добиваться уровня исследований и разработок, которого мы не видели со времен Космической Гонки».

Естественно, подобные проблемы всегда были интересны, они изучаются и российскими исследователями. Обсуждения различных аспектов когнитивных исследований проходили и проходят в рамках

ежегодных конференций по нейроинформатике, по когнитивным исследованиям, нейрокибернетике. Это дает основание сделать вывод, что в России создана почва для таких разработок, и на свои конференции мы приглашаем людей, которые заинтересованы в этой области исследований, хорошо ориентируются в ее текущих результатах и способны дать экспертную оценку научным тенденциям.

Основными направлениями проводимых в нашем институте конференций являются: разработка формализованных моделей живых систем (как они должны функционировать); разработка инструментальных средств (реализация самих моделей), либо разработка инструментальных средств для съема информации с живых систем, в основном с человека, чтобы можно было сравнивать с модельными представлениями, а также различные прикладные разработки, связанные с использованием элементов симулятора живых систем.

Важно отметить, что если ранее разработчики только обсуждали возможности симуляции высших уровней обработки информации в мозге, мыслительных процессов, то сейчас предлагаются конкретные схемы, модели, функциональные режимы, связанные с конкретными видами поведения или наборами состояний. Поэтому задачей конференции этого года было выявить российский потенциал исследований, аналогичных тем, что предложены в Евросоюзе и США.

О вариантах обсуждавшихся на конференции модельных разработок и взглядах на их реализацию можно судить, например, по тематике представленных пленарных докладов:

– «Логика работы мозга и причинность» (Е.Е. Витяев, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Новосибирск);

– «Естественно-конструктивистский подход к моделированию мышления» (Д.С. Чернаевский и команда, Физический институт РАН, МИРЭА, Институт общей физики РАН, Москва);

– «Математическое моделирование пространственного окружения и создание электронного «мозга-трансформера»» (В.Д. Цукерман и др., НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана Южного федерального университета, Ростов-на-Дону);

– «Моделирование когнитивных функций навигационного поведения в интеллектуальной системе робота» (Л.А. Станкевич, Санкт-Петербургский гос. политехнический университет, Санкт-Петербург);

– «Моделирование процессов обучения языку» (С.А. Шумский, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва);

– «Моделирование когнитивной эволюции: заделы, первые результаты, перспективы» (В.Г. Редько, НИИ системных исследований РАН, Москва);



– «Новые представления о стационарности и предсказуемости в когнитивных науках» (В.М. Еськов и др., Сургутский госуниверситет и Тульский госуниверситет);

– «Функциональные модели базового элемента когнитивности» (А.С. Ратушняк, Т.А. Запара, А.Л. Проскура, Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН, Новосибирск).

Было показано, что многие загадки работы мозга вполне подвластны существующим сейчас модельным описаниям. Становится понятно, что дальнейшее развитие физических методов, модельных представлений требует не только прежнего опыта моделирования «упрощенных» режимов состояний живых систем, но и новых идей, подходов и данных для формализованного рассмотрения более сложного поведения иерархических систем. Обычно такие знания приходят от специалистов смежных специальностей. Вспоминается одна байка: «Физики и математики штурмуют познание живых систем, с трудом взбираются на вершину в предвкушении первооткрывательских результатов... и обнаруживают, что там уже давно работают, изучают ПРИРОДУ биологи, физиологи, психологи, философы и другие специалисты по изучению особенностей функционирования живого».

Именно поэтому очень важными для участников конференции были доклады специалистов с этого фланга когнитивных наук:

– «От теории к факту» (Ю.И. Александров, Институт психологии РАН, Москва);

– «Проблема преодоления неоднозначности: нужны ли язык и тело роботу?» (Т.В. Черниговская, Санкт-Петербургский госуниверситет; НИЦ «Курчатовский институт»);

– «Новые подходы к изучению высших когнитивных способностей животных» (З.А. Зорина, биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова);

– «Вегетативные корреляты произвольных отображений эмоционального стресса (М.М. Некрасова, В.Н. Григорьева, С.А. Полевая и команда из ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Ниж. ГМА, Нижегородский НИИ гигиены и профессиональной патологии, Н.Новгород);

– «Понимание механизмов понимания: перспективы ближайшего будущего» (В.Л. Дунин-Барковский, НИИ системных исследований РАН, Москва);

– «О мировоззренческих аспектах естественнонаучных исследований когнитивных процессов» (В.Ф. Пряхин, Российский государственный гуманитарный университет, Москва).

Впервые в практике подобных конференций было обращено внимание на то, что при моделировании робота-человека необходимо учитывать такие аспекты, как принятые обществом социально-коммуникативные нормы и действующие в настоящее время правила. Также поднимались вопросы об ответственности разработчиков перед обществом за создание человекоподобных машин, т. е. разработчик должен нести морально-этическую ответственность за то, к чему могут привести его неконтролируемые фантазии и любопытство.

Перед создателями искусственного интеллекта должна стоять очень высокая степень ответственности за непредсказанные последствия, которые могут возникнуть, например, в результате какого-либо технического сбоя или внешнего влияния (какого-либо вируса). В настоящее время стали появляться публикации о таких случаях, когда новые разработки, автономные роботы, совершают опасные для жизни людей действия, незапланированные поступки, в том числе и против разработчиков. Из открытых источников такие случаи известны для «боевых роботов» в силовых структурах США.

И если на предыдущих конференциях настроен разработчиков в большей степени руководило любопытство – возможно ли это сде-

лать, то сейчас, после того как пришло понимание, что да – возможно, стали возникать вопросы, зачем это надо делать и к чему это приведет. В связи с этим нами был проведен круглый стол «Социально-этические аспекты моделирования и разработки симуляторов живых систем», по его итогам признано, что вопросы подобного рода весьма животрепещущие и актуальные.

По завершению работы участникам была предоставлена возможность дать оценку конференции. Высказывались различные точки зрения и взгляды. Наиболее объективную, на наш взгляд, оценку текущего уровня исследований высказал В.Д. Цукерман: «... что касается мозга, то тут все настолько интересно устроено, что, только посвятив много лет его изучению, начинаешь понимать наш поверхностный взгляд на его устройство и функционирование, насколько мы еще далеки от его познания, хотя в последние годы наметился явный прогресс в области нейронаук. Я не пессимист и считаю, что всякие аналогии и научные спекуляции не только не вредны, но полезны, особенно в прикладных областях. Более того, я не исключаю, что решение частных технических проблем может превосходить возможности биологических мозговых решений... Думаю, на следующей [нижегородской] конференции можно было бы посвятить круглый стол более глубокому обсуждению некоторых современных взглядов на организацию живых нейронных сетей мозга и решению ими задач, важных в тот или иной временной отрезок для самого организма».

Организаторы уверены в необходимости проведения конференций «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях» в связи с актуальностью данной научной тематики и социальной значимостью результатов, представляемых участниками таких конференций. Мероприятие проходило при активной поддержке дирекции института, и это почувствовали все участники.

Для справки. В III всероссийской конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях» приняли участие 156 учёных из 55 организаций (из них 44 исследователя моложе 35 лет), в том числе 3 иностранных учёных из Украины и Белоруссии. Докторов наук – 31; кандидатов наук – 42, студентов и аспирантов – 43. Всего в трудах конференции, изданных ИПФ РАН, опубликовано 72 статьи. Кроме того, активными слушателями конференции стали более ста студентов и аспирантов нижегородских вузов.

Ведущими специалистами в области когнитивных исследований из разных областей знаний (психологии, нейробиологии, психолингвистики, физики, математики, медицины) были прочитаны 19 лекций, в том числе четыре лекции по линии общества «Знание-НН». Было представлено 56 устных и 16 стендовых докладов по темам:

- модели адаптивных процессов и режимов осознания сенсорных сигналов в когнитивных системах;
- инструментальные средства регистрации различных стадий (этапов) динамики функционального состояния живых систем и технических систем распознавания;
- прикладные результаты, связанные с модельными описаниями и инструментальными средствами регистрации процессов в когнитивных исследованиях;
- методологические вопросы исследования процессов распознавания.

По результатам работы конференции подготовлены к публикации 15 статей в новый российский журнал «Сложность. Разум. Постнеклассика».

В.Г. Яхно, зам. председателя программного комитета конференции, д.ф-м.н, ИПФ РАН





## На фоне общей атмосферы

Очередная, уже 17 школа-конференция молодых ученых в области физики атмосферы, официальное название – «**Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы**», состоялась 23–25 сентября.

Все предшествующие наши школы проходили в конце мая, имели четырехдневный формат и проводились по очереди в одном из пансионатов в окрестностях Нижнего Новгорода либо Москвы, или на территории обсерватории «Борок», расположенной в Ярославской области.



К сожалению, в этом году Министерство образования и науки молодежные конференции в области естественных наук не финансировало вообще (раньше на конкурсной основе нам такое финансирование предоставлялось). Поддержка от РФФИ была в 4 раза меньше, чем в предыдущие годы. Существенней была финансовая поддержка Академии наук, но в сумме этих денег не хватало даже на то, чтобы конференцию провести в Нижнем Новгороде в конференц-зале ИПФ РАН.

Посещению, проведение конференции стало возможным благодаря поддержке одного из полученных ИПФ РАН мегагрантов. Поскольку конференция в качестве одного из основных направлений включает атмосферное электричество, то руководитель гранта «Физика молнии» В.А. Раков и организатор с российской стороны Е.А. Мареев, видя нашу катастрофическую ситуацию, включили в смету расходов по мегагранту средства на проведение молодежной конференции.



Традиционно наша школа-конференция направлена на повышение уровня исследований молодых ученых, на их обучение и научный рост. И она всегда включала в себя две составляющие: приглашение ведущих ученых для чтения лекций и выступление с устными докладами молодых перед командой лекторов, которые активно участвовали в обсуждении этих докладов, подсказывали, как проводить дальнейшие исследования. Этот формат мы постарались сохранить.

Школа без поддержки министерства и почти без поддержки РФФИ, которая в прошлые годы в основном уходила на то, чтобы оказать помощь научной молодежи в оплате проживания, компенсации проезда (особенно из дальних регионов страны: Урала, Дальнего Востока, Сибири, Якутии), сократила число участников в 1,5 раза. В этом

году РФФИ рассматривало нашу конференцию не как молодежную, а как обычную взрослую, где компенсации проезда запрещены. Такое отношение привело к тому, что почти совсем «не доехали» уральцы и сибиряки, из Белоруссии добрались только двое (раньше приезжали 5–6 человек). Также пришлось сократить программу конференции: «уложиться» в три дня и отказаться от вечерних лекций. Ситуация с приглашением лекторов осложнялась еще и тем, что сроки проведения конференции были вынужденно сдвинуты, что сделало невозможным приезд многих ведущих лекторов из-за их занятости (рабочие графики на осень были уже сверстаны).

Тем не менее, если отфильтровать все эти не имеющие прямого отношения к науке факторы, с уверенностью можно сказать, что 17-я школа-конференция прошла на хорошем уровне. Я очень удовлетворен прошедшими лекциями, которых, к сожалению, было всего 10, вместо обычных 16–17, но они были по-прежнему на высоком уровне как с точки зрения «научности», так и с точки зрения повышения общей грамотности. Участники услышали и обзоры самых последних достижений нашей отрасли науки, и лекции с образовательной направленностью. С гордостью могу сказать, что в этой конференции в качестве лекторов участвовали ученые, которые приезжали на первые наши конференции в качестве слушателей. Очень достойно выглядело подавляющее большинство молодежных докладов.

Сегодня можно сказать, что оргкомитет свою задачу выполнил. Надо отдать должное сотрудникам ИПФ РАН – отдела физики атмосферы и микроволновой диагностики и отдела геофизической электродинамики и самому институту, который отнесся с пониманием к нашей проблеме и, несмотря на плотное расписание использования конференц-зала, предоставил нам время для работы. Все участники конференции были признательны за ее проведение и единодушно просили ее продолжать, потому что это действительно хорошая школа для молодых ученых.

Следующая конференция должна будет пройти на базе Геофизической обсерватории «Борок» Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. Усилия по объединению молодых и «взрослых» ученых европейской, уральской и сибирской частей России в области исследования атмосферных процессов, которые приносили ощутимые результаты в предыдущие годы, на этот раз, в связи с финансовыми трудностями, не увенчались успехом. Насколько удастся преодолеть трудности в следующем году и в дальнейшем, сейчас сказать сложно. Многие, если не все, будет зависеть от общей атмосферы, которая определяется государственной политикой в сфере поддержки молодежных конференций, а они, я абсолютно уверен, нуждаются в особом к себе отношении.



*А.М. Фейгин, председатель программного комитета конференции, д.ф.-м.н., ИПФ РАН*





На этот раз традиционная рубрика нашего издания, в которой мы знакомим читателей с ведущими нижегородскими учеными, представлена сразу двумя интервью. Одно из них – с профессором, доктором физ.-мат. наук **Владимиром Ивановичем Ерофеевым**, зам. директора по научной работе недавно созданного Института проблем машиностроения РАН (обзорный материал о работах нового института был размещен на страницах предыдущего выпуска). Другой собеседник – зав. лабораторией полупроводниковых материалов Института химии высокочистых веществ им. Г.Г. Десятых РАН заслуженный деятель науки РФ, профессор, доктор хим. наук **Анатолий Владимирович Гусев**.

### «Я не знаю что такое досуг»

– Владимир Иванович, кроме того, что вы видный ученый, вы еще и литератор. Ваша небольшая летопись под названием «Иван да Марья» рассказывает непростую историю ваших родителей и их близких, которых не миновали ни сталинские лагеря, ни Отечественная война, есть и свои герои. А как начиналась ваша летопись, расскажите немного о себе?

– Родился 20 августа 1959 года в городе Горьком в поселке Молитовка (теперь это микрорайон) в деревянном доме, который построил еще мой дед Василий Флегонтович Ерофеев. Он активно участвовал в революции 1905 года, за что был сослан в Сибирь на каторгу и вечное поселение. Освободила деда февральская революция. В нашем доме было семь комнат, и его окружал большой сад. Молитовка той, в общем-то совсем близкой для меня поры была рабочим поселком на берегу Оки. Может быть,



поэтому, если нижегородцы в большинстве своем считают себя волгарами, то для меня Ока главнее. Жизнь поселка была тесно связана сначала с ткацкой фабрикой купца Бугрова, именуемой в народе «Дунькина фабрика», а после революции эта фабрика выросла и стала льнокомбинатом «Красный Октябрь». На комбинате мой дед работал заместителем директора.

Через 20 моих лет эта «деревянная жизнь» закончилась, и началась жизнь «панельная», потому что Молитовку перестроили. Но бугровские здания из красного кирпича стоят до сих пор, в одном из них раньше было общежитие для ткачей (это 4-этажное здание народ называл «каморки»), а в другом, фабричном административном здании был клуб им. Луначарского. Теперь в этом комплексе находится «Бугров бизнес-парк».

Окончил я сначала восьмилетку №106 и доучивался уже в средней школе №148. Свою первую школу люблю и не забываю ее, в ней когда-то учился и мой отец. И даже так случилось, что я уже много лет работаю вместе с сыном первого директора этой школы, для которого она была родным домом – в ту пору квартира первого директора при школе находилась.

– Судя по тому, что вы продолжили свое образование именно на мехмате университета, вы выделяли математику?

– Сказать, что я как-то выделял одну математику, не могу. Я с интересом относился и к истории, и литературе, и другим разным предметам, хотя математику тоже любил, но «разною любовью». Сначала за то, что наша учительница математики, она же чемпионка Советского Союза по бадминтону, часто отсутствовала и ее предмет заменялся. Но, тем не менее, мне казалось, что знания у меня были, ведь я был почти отличник. А когда пришел в 148-ю школу, то стал получать двойку за двойкой. И такая же история была со всеми ребятами, кто из разных школ пришел в 9-й класс. Тогда мы объединились в группу и стали вместе учить математику и делать уроки. Надо сказать, что репетиторство в наше время не приветствовалось, потому что среди подростков считалось это ниже своего достоинства, и мы нагоняли предмет сами. И постепенно знания выровнялись, и школьная математика мне тоже стала нравиться. А почему выбрал мехмат тогда, даже не знаю.

– И, тем не менее, не ошиблись. Когда вы поняли, что сделали правильный выбор?

– Жизнь в университете, конечно, сильно отличалась от школьной. Первое свое крещение мы приняли не на картошке, а на стройке.

Нас отправили на полтора месяца помогать строить НПП «Салют», и надо сказать, что там я многому научился, например, как правильно замесить бетон и другим полезным для жизни вещам.

Потом началась учеба, и оказалось, что не все предметы мне нравятся. Например, такая нелюбимая многими «История КПСС» мне была безумно интересна, и не потому, что она такая замечательная, а потому что наш преподаватель Михаил Львович Бичуч рассказывал нам скорее историю страны через все эти политические течения, заблуждения и прочее. А вот абстрактная математика, которую мы изучали почему-то в холодных аудиториях, не понравилась. И учился я поначалу неровно. Так было до тех пор, пока не произошла встреча с Александром Ивановичем Весницким. Прекрасный рассказчик, он так интересно и образно подавал нам свой предмет, что для меня уже не было проблемы с самоопределением. По образованию Александр Иванович был радиофизиком (кандидатскую диссертацию защитил у Михаила Адольфовича Миллера), и он был, наверное, первым, кто начал систематически заниматься перенесением волновых эффектов из электродинамики в механические системы. Оказалось, что многие волновые эффекты, которые в электродинамике находятся где-то на периферии по значимости, в механике могут быть очень яркими и важными. На кафедре теоретической механики он был лидером неформального исследовательского коллектива, куда наряду с его учениками, доцентами кафедры, входили и студенты. Там делались разные простейшие экспериментальные установки для получения разных ярких эффектов, и это было очень увлекательно. Более того, он умел нам внушить уверенность и часто повторял, что добиться успеха при определенном желании в науке можно легко, если умеешь трудиться, т. е. вот есть идея – бери и делай, а если еще и своих мыслей добавишь, то тебе вообще цены не будет. И такие идеи, которые мы с большим увлечением развивали, он нам, что называется, подбрасывал. На третьем курсе мы начали выступать с докладами, сначала на студенческих, потом и общих конференциях. Интерес становился все больше, пришло понимание того, что не зря учишься. А учиться стали гораздо лучше.

– После окончания вы сразу начали работать в университете?

– Нет, на кафедре не было свободной ставки ассистента. Сейчас я считаю, что мне очень повезло, что меня не взяли в университет сразу. Через 15 лет в университет я все равно вернулся, но уже профессором читать спецкурсы. А тогда по рекомендации моих учителей, А.И. Весницкого и моего непосредственного руководителя Александра Ивановича Потапова, меня распределили на работу во Всероссийский научно-исследовательский институт по нормализации в машиностроении Госстандарта СССР в отдел акустики. Руководил отделом Борис Анатольевич Конохов. Отдел был закрытый и, как многие закрытые подразделения того времени, хорошо оборудованный. Здесь выполнялись различные прикладные исследования в интересах космоса, армии и флота. Например, в сотрудничестве с НПО «Молния» и другими достойными организациями наш отдел готовил к запуску в космос «Буран». Мы занимались акустической диагностикой прочности как всего корпуса, так и защитной плитки отдельных его частей; изучали вибрацию, распространение волн по конструкции и прочее.

По истечении трех лет я перешел на работу в Лабораторию испытания материалов, которую возглавлял профессор Сергей Иванович Смирнов, а основателем и первым директором лаборатории был знаменитый ученый-энциклопедист профессор Михаил Иванович Волский. Наша группа занималась испытанием нефтяных и газовых труб большого диаметра на статическую и циклическую нагрузку. А еще была важная и очень интересная работа по проблемам динамики и прочности единственного в мире плавучего космодрома «Одиссей». За то время, что мне пришлось заниматься прикладными работами, и





С А.И. Весницким в Южной Корее, 1995 г.

во ВНИИ, и в лаборатории, я накопил хороший опыт. Но в свободное время продолжал работать над тематикой А.И. Весницкого.

В 1986 году под идеи А.И. Весницкого в только что открытом в Горьком филиале Института машиноведения АН СССР была организована лаборатория волновой динамики упругих систем, и весь неформальный коллектив, который был в университете, перешел туда работать. В этом же году я тоже начал работать в институте старшим научным сотрудником и почти сразу защитил кандидатскую диссертацию.

#### – Где проходила защита?

– Кандидатскую в 1986-м, а затем и докторскую в 1994-м я защитил в Петербурге. По докторской мне, правда, необходимо было после успешной питерской защиты получить дополнительное заключение в МГУ, что фактически приравнивалось к той же защите, потому что так же собирался диссертационный совет. После этого меня быстро утвердили в ВАКе. Пройдя апробацию в двух ведущих школах, московской и питерской, я тогда познакомился с большинством лучших механиков страны.

#### – С чем связаны были эти сложности?

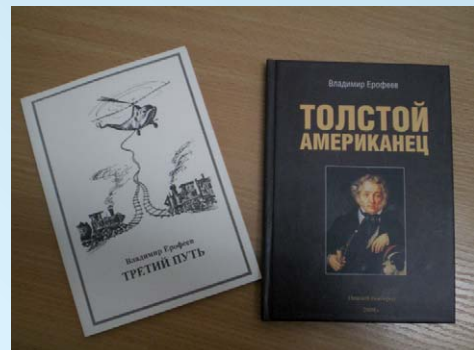
– Существует механика точки и механика системы точек, связанных силами, где каждая точка имеет три степени свободы, – это механика Ньютона. И есть механика Эйлера, там точка рассматривается как твердое тело, а тело отличается от точки тем, что может перемещаться и иметь три угла поворота. Когда точек много, а расстояния между ними малые, то следует переходить к механике континуума, она же классическая механика сплошной среды. В твердых проявлениях механика континуума называется теорией упругости, теорией пластичности, а в жидких – гидродинамикой, газодинамикой. Так как в основе этой механики лежит теория Ньютона, то она является ее континуальным аналогом. А что, если попробовать континуализировать механику Эйлера? То есть все состоит из твердых тел, которые имеют шесть степеней свободы, и расстояния между ними очень мало. Механика такого континуума была создана братьями Эженом и Франсуа Коссера в 1909 году. Тогда это считалось величайшим достижением, а потом о нем забыли на 50 лет. В 60-х годах, когда были созданы новые композитные материалы и для их адекватного описания классической механики стало не хватать, снова обратились к механи-



ке Коссера. На какие-то вопросы она помогла ответить, на какие-то нет. Разочарования в теории было, по-видимому, больше, чем восторга, и ее снова забыли на 20 лет. Мы с коллегой Игорем Николаевичем Солдатовым обратились к этой теории в середине 80-х годов и стали рассматривать интенсивные волновые процессы в твердых телах и то, как они описываются с помощью этой теории. По сути дела, с 1984 года я занимаюсь нелинейной волновой механикой обобщенных континуумов. Сегодня эта механика снова востребована, а тогда у ортодоксальных ученых она вызывала недоверие, и поэтому мне пришлось проходить дополнительную экспертизу моей докторской диссертации.

– Получается, что все те, кто пользуются этой теорией, как и сами ее авторы, опережают время?

– Получается, что да. И та книга «Волновые процессы в твердых телах с микроструктурой», которую я выпустил в 1999 году в издательстве МГУ, стала популярной, потому что содержит достойные результаты фундаментальных исследований. Она переведена за рубежом, хорошо цитируется. Сегодня ученых-лидеров, которые занимаются этой теорией в мире и, что называется, говорят на одном языке, не более 20 человек, и знания эти очень востребованы. Проводится масса конференций, в частности, я участвовал в организации двух из них в Париже и Виттенберге. Появляется большое количество приложений, потому что новые материалы требуют новых методов и моделей. Это относится и к столь популярным в последнее время метаматериалам и наноматериалам. Обобщенная механика пользуется большим уважением среди исследователей Франции, Германии, Голландии, Италии. Я, как автор известной книжки, даже имею звание «Почетный ученый города Рима». Один из моих спецкурсов в университете посвящен этому направлению.



– Известно, что вы много и успешно работаете с молодежью.

– Да, результатами своей «тренерской работы» я люблю хвастаться. Через аспирантуру и соискательство мне удалось подготовить 1 доктора и 22 кандидатов наук. Еще несколько диссертаций и той, и другой квалификации приняты к защите. Работы моих подопечных трижды были удостоены медалей Российской академии наук с премиями для молодых ученых в области проблем машиностроения, механики и процессов управления.

– Вами написано несколько книг, причем достаточно разножанровых. Это ваше любимое хобби, вы с детства пишете рассказы?

– У меня были не только рассказы, но и стихи, которые я везде посылал, и мне почти всегда отказывали, а потом напечатали в газете «Ленинская смена», и я даже стал дипломантом конкурса имени Бориса Корнилова. Я тогда уже был студентом и посещал молодежное литературное объединение «Данко», которое возглавлял нижего-





В гостях у Н.Д. Толстого-Милославского.  
Англия, 2010 г.

родский поэт Виктор Кумакшев. Этому объединению я обязан знакомством со многими интересными людьми. Желание писать появляется спонтанно, только когда что-то накапливается внутри, вот так появилась книга «Третий путь».

– А вот эта книга «Толстой-Американец» в связи с чем появилась, почему возник интерес к этой фигуре? Недавно именно с таким названием на канале «Культура» был показан документальный телеочерк (автор Фекла Толстая), какую роль в нем играли ваши исследования?

– Этот сюжет я не видел, но все, кто читал мою книгу, заметили, что фильм сделан по ней. Вообще, эта книжка получила высокую оценку Толстых. Я получил письмо от Владимира Толстого, директора музея в Ясной Поляне. Потом со мной связался Николай Дмитриевич Толстой-Милославский, автор книги «Толстые: 24 поколения на фоне русской истории», и сказал, что если бы моя книга попала к нему раньше, то его книга была бы намного интереснее, потому что он пользовался бы ею. Он пригласил меня в гости.

В гостях у графа я побывал, будучи в Англии на конференции. Живет он недалеко от Оксфорда. Необыкновенный человек, и жизнь этого незаурядного человека сама достойна описания. Например, в его

жизни был такой примечательный и в чем-то поучительный факт. Он стал одним из участников судебного разбирательства «Граф Толстой против Великобритании» – за книгу, в которой обвинял Великобританию в двойных стандартах против России. Дело в том, что согласно Ялтинскому соглашению людей, не воевавших на Восточном фронте, не должны были выдавать советской стороне, но, тем не менее, казаков, которые не воевали против советской армии, сдали, а целую эсэсовскую дивизию «Галичина», которая зверствовала на Украине, не выдали. В книге были приведены и прочие факты с указанием имен. За эту книгу его привлекли к суду, который он проиграл. Графа обвинили в клевете против родины и присудили выплатить штраф в размере 1,5 млн фунтов. Денег у него таких, конечно, не было, и тогда он объявил себя банкротом. Тут же открыл «Общество банкротов», куда стали поступать пожертвования, например, серьезные деньги вложил князь Лихтенштейн. Одновременно с этим Толстой обратился в международный суд. Там посчитали, что таких прецедентов не было и нечего их создавать, а следовательно, граф Толстой не должен выплачивать Великобритании штраф, все судебные издержки возложили на суд первой инстанции.

– А как возник интерес к фигуре Федора Толстого-Американца?

– Все очень просто. Когда начинаешь что-то читать, например, о времени Пушкина, Толстого, то везде возникает этот незаурядный человек. Хотя его крупная фигура и не стоит на столбовой дороге истории, но так или иначе все события преломляются через него. Вот, например, в повести Пушкина «Выстрел» описывается, как Сильвио готовился к дуэли с графом, прототипом графа был именно Федор Толстой. И сам Пушкин, который находился в южной ссылке, все время тренировался и готовился к дуэли с графом. Меня эта фигура заинтересовала, и я года три собирал материал.

– Это был ваш досуг?

– Если честно, то я не знаю, что такое досуг. Я все делаю с удовольствием и для себя. Решаю ли задачи или пишу книжку. С интересом принимаю то, что мне подбрасывает жизнь. Например, никогда в жизни не думал, что пойду на охоту и заведу охотничью собаку. А вот два сезона отходил; сначала без ружья, потом с ружьем, познакомился со всеми прелестями жизни в палатке и хождением в болотных сапогах – досуг это или не досуг? Не знаю, но при первой же возможности выйду из этого «клуба». А еще строю дом для своей семьи и думаю, что он будет большим и светлым, как тот, в котором я прожил свои первые 20 лет.

Беседовала И. Тихонова

## «Есть еще тяга познавать неизведанное»

– Анатолий Владимирович, первый вопрос у нас всегда касается биографии, поэтому не будем нарушать традицию, расскажите о себе.

– Родился я в 1948 году в Ивановской области. Родители работали в колхозе: папа бухгалтером, а мама бригадиром полеводческой бригады. Мама у меня была по характеру очень сильный человек. Во время войны работала на тракторе, участвовала в строительстве оборонительных сооружений, потому что враг подходил уже близко к Волге, а после войны приходилось колхоз поднимать. И после окончания войны жизнь была сложная и голодная, как мне рассказывали, сам я голода не испытывал – меня как самого маленького в родне все подкармливали.

В селе нашем школа была только начальная, восьмилетка – в семи километрах, десятилетка – в десяти. Такая удаленность от школы в моем случае только добавляла интереса к учебе, и физически я был крепким, потому что ходить приходилось далеко. Учился я хорошо и с удовольствием. Было интересно участвовать в разных олимпиадах по математике, по химии. Победителей всегда награждали. Однажды на олимпиаде в Саратове



я тоже получил приз, причем из рук внучки Н.Г. Чернышевского. И, конечно, это была книга «Что делать». В школе был очень хороший спортивный комплекс, работали секции по волейболу, настольному теннису. Были кружки художественной самодеятельности, музыкальный ансамбль, в этом ансамбле я играл на контрабасе.

Повезло мне и с учителями – интересом к учебе я во многом обязан им. Когда начал учиться в 5-м классе, к нам в школу из города приехала группа молодых педагогов-энтузиастов. Они так интересно вели предметы, что учиться хотелось. Особенно мне нравилась химия, интерес этот еще больше усилился в старших классах, опять же благодаря моей учительнице по химии.

Но и случай сыграл большую роль в моем окончательном самоопределении. Однажды меня как призера областной олимпиады по химии и как представителя сельской местности направили для участия во всесоюзной олимпиаде агрохимиков. Проходила она в Саратове. Это было время небывалого подъема химической промышленности в стране – реализовывалась формула государственного развития: «Советская власть плюс электрификация плюс химизация народного хозяйства». И нам, участникам олимпиады, провели несколько интереснейших экскурсий на разные производства, в том числе и в город Энгельс на химический завод. Тогда я увидел собственными глазами, что может химия. Поэтому в Горьковский университет на химический факультет я шел совершенно осознанно.





На крыльце любимой школы  
(с. Есиплево, Ивановская обл.,  
1966 год)

**– Как началась ваша новая жизнь?**

– Конечно, встретил меня большой город, к которому еще надо было привыкнуть. Поселился я у родственников, и на второй день после прибытия свое знакомство с городом начал с парка Ленинского комсомола (сейчас «Швейцария»).

Парк большой, я бродил-бродил по нему, любовался рекой, заречной частью города, а потом остановился у спортивной площадки, где играли в волейбол. Среди играющих выделялся один мужчина – уж очень он красиво играл. Я полюбовался этой картиной и невольно запомнил его лицо. Каково же было мое удивление, когда именно этот человек через два месяца вручил мне студенческий билет. Это был профессор Григорий Григорьевич Девярых – заведующий кафедрой неорганической химии и мастер спорта по волейболу.

Учиться в университете было очень интересно. Я захватил время, когда преподавали такие выдающиеся ученые, как Г.А. Разуваев, Г.Г. Девярых, И.М. Коренман, А.В. Рябов, И.А. Коршунов. Всех их объединяло то, что они были великолепные педагоги. Но самое большое влияние на меня, конечно же, оказал академик Г.Г. Девярых. Он читал у нас курс неорганической химии, а уже на 4 курсе предложил мне работу в лаборатории разделения смесей Института химии при Горьковском университете, который тогда находился на Верхневолжской набережной.

И вся моя дальнейшая научная деятельность оказалась связанной с Григорием Григорьевичем и с его всемирно признанной школой по химии высокочистых веществ.

**– Как он разглядел в вас будущего ученого?**

– Я себя активно проявил в работе научного студенческого общества, и он подключил меня к сфере своих научных интересов – получение гидридов. Работал с увлечением, а Григорий Григорьевич подкидывал мне интересные исследовательские задачи, одна из кото-



Гусев А.В. и Девярых Г.Г.

рых была по глубокой очистке аммиака. Аммиак в процессах очистки вел себя нестандартно, и это явление было еще мало изучено. С этой тематикой на 5-м курсе он отправил меня на два месяца стажироваться в Москву в Химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева к своему коллеге и другу профессору Г.А. Ягодину, который позднее стал министром высшего и среднего специального образования СССР. Там меня определили на кафедру высокочистых веществ и стабильных изотопов к одному из наиболее известных специалистов в стране по разделению смесей и глубокой очистке веществ – профессору Я.Д. Зельвенскому. Я сразу включился в работу. К концу стажировки удалось достичь хороших результатов. Мне тогда предложили остаться работать на этой кафедре с целевым поступлением в аспирантуру. Конечно, это было лестно, но уйти от Г.Г. Девярых я не мог – это выглядело бы предательством, так мне тогда казалось.

По истечении стажировки я вернулся домой. А после защиты дипломной работы в 1972 году меня оставили работать стажером-исследователем на кафедре неорганической химии химического факультета ГГУ. Должность была новая, и я оказался в этом качестве первым на нашем факультете.

**– Чему была посвящена ваша кандидатская диссертация?**

– Совсем новому направлению в химии чистых веществ, связанному с агрегатным состоянием вещества. Традиционно при глубокой очистке вещества основное внимание уделялось освобождению от примесей, присутствующих в виде истинного раствора в молекулярной форме. Но было замечено, что некоторые вещества ведут себя аномально. И было высказано предположение, что это могут быть агрегаты молекул в виде взвешенных частиц, которые способны переходить при перегонке в газовую фазу. Тогда казалось, что проблем в очистке не должно быть. Но Г.Г. Девярых считал, что эффективность процесса дистилляционной очистки может быть низкой из-за неравновесных эффектов. «В бурю море и камни поднимает», – сказал он однажды и предложил мне найти такую модельную систему, в которой можно было бы проследить, как ведут себя примеси в виде взвешенных частиц в процессах перегонки. Такую систему мне найти удалось спустя довольно длительное время. И это был спирт с частичками германия. А германий был выбран, потому что он мало распространен в природе и загрязнений этим веществом не встречается; если в целевом продукте появятся эти частички, то это будет означать, что они наши. Нам удалось получить такие частички сферической формы в виде шариков. Это было сопряжено с поездкой в Москву в Институт им. Л.Я. Карпова, так как у нас в то время ни базы, ни опыта в этом не было. Стажировал меня сам академик И.В. Петрянов, известный физико-химик и основатель очень мощной научной школы.

Вообще, благодаря Г.Г. Девярых мне довольно в молодом возрасте посчастливилось познакомиться с крупными специалистами в области физико-химии – это Н.М. Жаворонков, В.А. Малюсов, В.И. Горшков – люди, которые создавали отечественную химию высокочистых веществ.

Тема, над которой я работал, настолько увлекла, что я просто жил ею. И эффект мы все-таки обнаружили. Сумели доказать переход частиц из жидкой фазы в паровую, что, можно сказать, было открытием, и нашли эффективную возможность их удаления – методом термодистилляции. Это были пионерские работы в методах глубокой очистки вещества, и они получили большой резонанс. Метод внедрили в Запорожье, что позволило существенно улучшить качество высокочистого кремния. В 1977 году я защитил кандидатскую диссертацию на тему «Глубокая очистка веществ от взвешенных частиц дистилляционными методами».

**– В этой же тематике и докторская работа?**

– Далее я начал заниматься полупроводниковой тематикой, как этого требовало время и государственный заказ. И моя следующая диссертация была посвящена разработке гидридного метода получения высокочистого германия. Это было важно для разработки отечественной технологии изготовления детекторов ионизирующих излучений при исследовании ядерных процессов. Нам удалось разработать методы, обеспечивающие получение монокристаллов высокочистого германия с содержанием примесей на уровне  $10^{-10}$  % – на то время (1988) самые чистые образцы в мире. Образно говоря, столь высокую чистоту можно отразить таким примером: если бы среди землян вдруг появился один инопланетянин, то он сразу стал бы замечен.



– У вас есть опыт работы в Институте химии АН СССР, где создавали свои направления два таких больших ученых, как Г.Г. Девярых и Г.А. Разуваев. Что можете рассказать о том времени?

– В Институте химии АН СССР я, будучи кандидатом наук, работал ученым секретарем 5 лет – с 1981-го по 1986-й. Это тоже была для меня большая школа, прежде всего связанная с определенными административными функциями. Директор института академик Г.А. Разуваев и заместитель директора академик Г.Г. Девярых стремились больше заниматься наукой. В управленческой деятельности они, как и подобает людям их уровня, решали магистральные вопросы на самом высоком уровне. Я же выполнял обязанности по взаимодействию с функционерами «местного значения».

Институт рос как гриб. Скоро стало понятно, что под одной крышей двум самостоятельным направлениям науки существовать тесно, и началось строительство нового корпуса института, что, собственно, и дало возможность ИХ АН разделиться на два института. Институт химии высококчистых веществ возглавил Г.Г. Девярых, а Институт металлоорганической химии – Г.А. Разуваев.

К Г.А. Разуваеву я относился с большим уважением, с каким-то, не побоюсь этого слова, благоговением. Судьба меня баловала встречами с выдающимися людьми. Я могу с большим удовольствием назвать их имена – это академики Г.Н. Флеров, А.М. Прохоров, Е.М. Дианов, В.Д. Русанов (классик по плазмохимии), В.Б. Лазарев, А.В. Елютин; члены-корреспонденты Г.С. Бурханов, Б.Г. Грибов; профессора В.И. Горшков, Л.А. Нисельсон, В.А. Федоров, Е.А. Рябенко.



*А.М. Прохоров, Г.Г. Девярых, А.В. Гусев и Е.М. Дианов*

Так случилось, что еще до образования ИХВВ Г.Г. Девярых предложил мне создать лабораторию физико-химии высококчистых веществ и к 1983 году лаборатория была сформирована в основном из моих учеников.

– Физико-химия была новым направлением тогда в науке?

– Я бы даже сказал – новаторским. Создавали мы нашу лабораторию в содружестве с Институтом физических проблем, которым руководил П.Л. Капица. Причем, если мы занимались полупроводниками, то наших коллег интересовала сверхпроводимость. Для этих исследований требовалось создание экспериментальной базы для изучения теплофизических свойств металлов, полупроводников и сверхпроводников.

С П.Л. Капицей лично я не общался, но видел его на совещаниях. Впечатление этот человек производил очень сильное: немногословный, умеющий видеть самую суть вопроса, он был еще и очень красивый внешне человек. К созданию лаборатории в Горьком он относился с одобрением, с его разрешения нам была выделена квартира для проживания во время командировок в Москву, иногда мои сотрудники жили и работали там по месяцу.

Значимую роль в строительстве нашей установки сыграл член-корреспондент АН СССР Н.Е. Алексеевский. Во-первых, для ее разработки он привлек доктора Вольфа, специалиста из Германии, работавшего в лаборатории Фрайберга. Эта уникальная установка с механическим тепловым ключом, позволяющая точно измерять теплоемкость, до сих пор работает в нашей лаборатории. А во-вторых, Алексеевский направлял меня на стажировку в Польшу в Международную

лабораторию низких температур и сильных магнитных полей во Вроцлаве, директором которой он являлся. Поэтому нашими «крестными родителями» я считаю специалистов института, который теперь носит имя П.Л. Капицы. Практически с их помощью мы не только создали нашу уникальную установку, но и переняли культуру работы в лаборатории нашей специализации, в том числе обучились методам работы с жидким гелием при низких и сверхнизких температурах. Это был успешный этап работы. И надо сказать, на этой установке нам удалось сделать много интересных и новаторских работ, в том числе и фундаментального характера, например, исследование повышения температуры перехода в сверхпроводящее состояние под давлением.

– Вашу лабораторию сегодня хорошо знают в мире, случалось ли вступать в научные споры?

– Случалось, если конечно это можно назвать спором. Дело в том, что мы занялись измерениями теплопроводности и теплоемкости высококчистых моноизотопных веществ, в том числе монокристаллов изотопов кремния. И случилось так, что мы невольно выступили экспертами по уточнению теплопроводности моноизотопного кремния. В 90-е годы интерес к чистому моноизотопному кремнию со стороны мирового бизнеса был очень высок: ожидалось, что его высокая теплопроводность откроет возможность для выпуска компьютеров нового поколения. В Японии даже уже начали строить два завода. При этом руководствовались данными, полученными в Институте Макса Планка. Мы в своей лаборатории также получили моноизотопный кремний и, конечно же, проверили его теплопроводность. Но она оказалась ниже, чем ожидалось. Эти результаты я опубликовал, несмотря на то что меня предостерегали, что это может привести к научному спору с Институтом М. Планка, но... «истина дороже».

Позже выяснилось, что и в Институте Макса Планка был ученый, который получил результаты такие же, как мы. Это был профессор Кремер. Позже он приехал к нам на конференцию, мы обменялись образцами, провели параллельно новые измерения, которые совпали, и, таким образом, научный спор был разрешен в нашу пользу. Профессор Кордона, координатор работ в области исследований теплофизических и электрофизических свойств Института М. Планка (один из наиболее цитируемых ученых в Европе), признал правильность наших результатов, и они получили международное признание. Бизнес на нас обиделся, потому что строительство заводов пришлось свернуть.

– Расскажите о проекте по уточнению числа Авогадро, в связи с чем было принято это решение?

– Наверное, я был в числе тех, кто подтолкнул к постановке этого вопроса. Но его предыстория началась гораздо раньше – в середине 80-х годов прошлого столетия. В лаборатории академика И.К. Киоина удалось разделить изотопы кремния до хорошего уровня, но при получении чистого кремния произошло сильное загрязнение его примесями; как ни старались его очистить и вырастить монокристалл, ничего не получалось. И тогда И.К. Киоин обратился к Г.Г. Девярых с просьбой помочь, причем отметил, что после этого можно будет и число Авогадро проверить. Но в то время наш институт еще не был готов к подобным исследованиям. А когда лаборатория набрала силу,



*Проект Авогадро стартовал! (Германия)*



мы предложили вернуться к этому вопросу. Нас поддержали в Германии, и к 2003 году был создан международный проект, в котором нашей лаборатории отводилась главная роль по получению высокочистого поликристалла моноизотопного кремния-28 весом 7 кг. Природный кремний содержит 92% изотопа кремния-28, а остальное – примесные изотопы. Нам же надо было получить кремний изотопной чистотой 99,99%. Высокие требования предъявлялись и к химической чистоте. В Институте роста кристаллов в Берлине из нашего поликристалла был выращен совершенный по структуре монокристалл. В Австралии из него были выточены два шара диаметром 110 мм, весом 1 кг. Затем в ряде метрологических лабораторий Европы, Японии, США и Канады были произведены необходимые высокоточные измерения веса и объема шара, плотности и параметра кристаллической решетки. На их основе было вычислено значение постоянной Авогадро. Допустимая погрешность измерений составляла  $10^{-8}$ . Наглядно эту погрешность можно представить так: исследуемый шар – это планета Земля, где неровности могут быть лишь на уровне кустарника, ни о каких Гималаях речи быть не может.

Определенное значение числа Авогадро было точнее прежней величины на 1,5 порядка, более того появился совершенный эталон этой одной из основных фундаментальных величин.

#### – Долго продолжался проект?

– Проект длился более двух лет, а эксперимент по получению материала для выращивания кристалла шел непрерывно два месяца. Для нас специально на основе нашего техзадания в Германии была изготовлена установка, на которой мы работали. Но сегодня я бы отменил и другую сторону этого проекта, о которой, может быть, не принято говорить, но проект пришелся на самые трудные годы для людей науки, я имею в виду «лихие 90-е». И проект этот позволил большой группе (человек 40–50) ученых иметь дополнительную материальную поддержку.

До сих пор мы имеем приоритет как в получении более редких изотопов кремния-29 и -30, так и в исследовании их свойств. Свойства этих изотопов сильно отличаются от свойств природного кремния. Среди них можно отметить теплоемкость, теплопроводность, оптические параметры люминесценции и поглощения, коэффициенты преломления.

#### – Эти вещества находят практические приложения?

– В мире сейчас активно финансируются программы, связанные с исследованием свойств высокочистых монокристаллов изотопов кремния-28, -29, -30 и поиском областей их практического применения. Одно направление развивается особенно быстро – это создание квантовых компьютеров. Представьте себе быстродействующий компьютер размером с 5-копеечную монету, выполняющий в миллион раз больше операций, чем обычный компьютер. Это совершенно новая эра электроники, способной к самообучению, которая так нужна, например, биофизике, медицине. Технически решение этих задач очень сложное, но развитые страны ставят их на первое место и не

жалеют средств. Мы же сегодня, имея огромный приоритет в плане технологии разделения изотопов, могли бы успешно развивать это направление, но, увы, наша страна не думает об этом, что, конечно, очень обидно! По-сути дела мы только снабжаем весь мир уникальным материалом.

#### – Назовите ваши наиболее значимые фундаментальные работы.

– Работы по развитию теоретических основ процессов глубокой очистки веществ дистилляционными и кристаллизационными методами и пионерские работы по изучению теплоемкости ряда высокочистых практически важных веществ, в том числе хлоридов германия, кремния, фосфора, мышьяка, ряда высокочистых полупроводников и редкоземельных металлов.

#### – Над чем работает лаборатория сегодня?

– Сегодня лаборатория развивает методы получения высокочистых монокристаллов изотопов германия. В отличие от кремния германий имеет пять стабильных изотопов, присутствующих в сопоставимых концентрациях в природном германии. В связи с этим для кристаллов моноизотопного германия можно ожидать значительного отличия оптических, электрофизических и теплофизических свойств. Моноизотопный германий крайне необходим для обеспечения фундаментальных исследований в области ядерной физики и инфракрасной оптики.

#### – Часто молодые ученые скептически относятся к преподавательской деятельности, когда вы сами начали преподавать?

– Г.Г. Девярых следил за моим ростом. Рано стал приобщать к преподаванию, причем делал он это так: давал мне читать определенный спецкурс, а потом предлагал включить в него то тот, то другой новый раздел. А ведь к студентам не пойдешь, не зная досконально то, чему учишь. Преподавательская деятельность все время держит в тонусе и не дает расслабляться, а это важно для ученого.

#### – Остается ли почва для оптимизма?

– Во-первых, есть еще тяга познавать неизведанное. Хочется глубже изучить влияние изотопных эффектов на свойства кремния, германия и других высокочистых веществ. Это одно из очень актуальных современных направлений в материаловедении и химии высокочистых веществ. А также радуют ученики и вселяют надежды.

#### – Есть ли у вас другие увлечения, кроме работы?

– Признаться, конечно, в этом трудно, но кроме работы для меня ничего не существовало и не существует. За это я благодарен своей жене Альбине, которая для меня была всем: другом, соратником, любимой женщиной. Она помогала мне во всем: печатала тексты, переводила с немецкого и английского, несла все тяготы и невзгоды жены исследователя. Вырастила замечательную дочь, которая подарила нам внучку и внука.

#### – Спасибо за беседу, успехов и удачи вам!

*Беседовала И. Тихонова*

## НОВЫЕ ИМЕНА

*Сегодняшний наш собеседник в этой рубрике – заведующий лабораторией ИПФ РАН к.ф.-м.н. Анатолий Суворов*

### «Работы много, и она очень интересная»

*Для справки*

**Суворов Анатолий Сергеевич.** Родился в Горьком 2 июля 1983 г. В 2006 г. окончил кораблестроительный факультет Нижегородского государственного технического университета, магистр техники и технологии по направлению «Прикладная механика».

В 2009 г. под руководством д.ф.-м.н., профессора Ю.Ф. Орлова защитил кандидатскую диссертацию по теме «Гидроупругость оболочек, движущихся вблизи свободной поверхности тяжелой жидкости» по специальности «Механика жидкости газа и плазмы».

12 апреля 2004 г. принят в Институт прикладной физики РАН на должность лаборанта-исследователя. После окончания института пе-

реведен на должность младшего научного сотрудника, в 2010 году – на должность научного сотрудника, а в 2011 г. – старшего научного сотрудника.

В 2013 г. избран на должность заведующего лабораторией.

Имеет поощрения:

– стипендию Президента Российской Федерации для лучших молодых работников оборонно-промышленного комплекса (2010),

– благодарственное письмо главы администрации Нижнего Новгорода за личный вклад в разработку современных технических средств (2012).

Женат, воспитывает двоих детей.



– **Расскажите немного о том, где учились, как выбирали профессию?**

– Я окончил кораблестроительный факультет НГТУ. Инженерное образование выбрал, поскольку в процессе обучения в физико-математической школе №82 очень интересовался техникой и математикой. И пошел по стопам своих родителей: этот факультет дал им очень хорошее образование, в результате чего отец стал главным инженером Нижегородского опытно-экспериментального завода, а мама высококлассным специалистом ЦКБ по судам на подводных крыльях, которым руководил знаменитый Р.Е. Алексеев. Там она занималась проектированием и испытаниями в опытном бассейне физических моделей экранопланов и других быстроходных судов. Удивительно, но судьба сложилась именно так, что я тоже занимаюсь физическим моделированием, что и мама, только класс судов у меня другой.

– **А как получилась, что эти суда для Вас нашлись в ИПФ РАН, а не в каком-либо профильном НИИ или КБ?**

– Сюда меня привел примечательный жизненный случай. Обучаясь на четвертом курсе НГТУ, мы с моей девушкой решили пожениться. Естественно, что остро встал вопрос обеспечения материального благополучия нашей молодой семьи. Один из знакомых подсказал, что в Институте прикладной физики РАН в лабораторию акустического проектирования как раз ищут специалиста-кораблестроителя. До этого я ничего не знал об этом институте, но заинтересовался предложением, ведь институт соседствует с Политехом, что располагало к совмещению работы и учебы. На собеседовании заведующий лабораторией П.И. Коротин рассказал, чем занимается его подразделение и что требуется от соискателя. Оказалось, что был нужен специалист весьма широкого профиля, умеющий что-то делать руками и в то же время знающий матфизику и численные методы в достаточной мере для выполнения акустических расчетов. Мне тогда показалось, что это как раз для меня. Так и вышло, и вот уже почти 10 лет я работаю в ИПФ РАН.

– **Когда пришло понимание, что вы здесь не на время, а будете заниматься наукой?**

– Не сразу я это осознал. Одно время у меня вообще было впечатление, что я здесь всегда буду на вторых ролях из-за инженерной направленности моего образования, но постепенно втянулся в работу, занялся физико-математическим самообразованием, и все встало на свои места.

– **Кого вы считаете своими проводниками в науку?**

– В первую очередь это педагоги из Политеха. Юрий Федорович Орлов – преподаватель математики, как-то сразу расположил к себе и, учась еще на младших курсах, когда мы изучали математическую физику, я обратился к нему с просьбой дать какую-нибудь интересную задачу. Он не только удовлетворил мою просьбу, но и помог мне в особо сложных моментах, попутно расширяя мой математический кругозор. Впоследствии я и кандидатскую диссертацию делал под его руководством, которую досрочно защитил в 2009 году. А Юрий Викторович Глявин, надо сказать, был педагогом от бога, вообще очень повлиял на мою судьбу. Будучи студентом кафедры «судовые устройства», я изучал у него сопромат, и Юрий Викторович сказал мне, что с математическим складом ума интересней заниматься динамикой и прочностью машин, где моделирование, расчет и эксперимент являются основой. Я послушался его совета, это и привело меня в конечном счете в ИПФ РАН. А здесь уже я многому научился у Павла Ивановича Коротина.

– **Ваша деятельность скорее практическая, как она связана с судостроением?**

– Лаборатория занимается акустическим проектированием, то есть созданием различных объектов морской техники с заданными параметрами шума. При создании новых образцов техники специального назначения, как правило, требуется разрешить множество проблем, в той или иной степени связанных с акустикой. Главнейшей задачей является непосредственное снижение шумоизлучения от различных внутренних виброактивных механизмов: начиная с вентиляторов и заканчивая тяжелым энергетическим оборудованием и движительными комплексами. Другой пример акустического проектирования – обеспечение условий для высокого качества работы активных излучающих средств комплексуемых объектов. Совместная работа таких приборов не должна мешать и вредить друг другу. Успеш-



ное преодоление описанных трудностей определяется разработкой новых конструктивных решений по корпусу и амортизации, применением новых материалов и совершенствованием компоновки внутреннего оборудования.

Наша специфика в том и заключается, чтобы с помощью физического и численного моделирования виброакустических полей показать заказчику оптимальный вариант решения всего этого большого объема вопросов, особенно в ситуации, требующей нестандартного подхода.

– **Существуют какие-либо стандарты для этого?**

– Мы занимаемся математическим моделированием акустических процессов с использованием численных методов на вычислительных средствах среднего класса (несколько терафлопс). Естественно, что проблема разработки средств моделирования для таких систем нова и многое в данной области уже сделано до нас. Если говорить о стандартных методах численного моделирования, то можно назвать такие, как метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод конечных разностей, которые реализованы в расчетных программах различных коммерческих продуктов. В частности, одной из таких является программа ANSYS. Но они рассчитаны под общие классы задач механики и отталкиваются от задач прочностных и гидродинамических. Расчет, например, такой конкретной задачи, как определение шумности морской техники, с помощью данных средств часто вызывает затруднения, так как требует больших аппаратных и временных ресурсов, и в ряде случаев может приводить к возникновению больших вычислительных ошибок.

В связи с этим было решено развивать собственный метод численного моделирования, который охватывал бы сравнительно узкий класс задач, но более эффективно решал бы их. Такое программное обеспечение мы разработали, и оно получило название «АСТРА». В нем нам удалось реализовать несколько хитрых математических способов, которые позволиликратно повысить сходимость сеточных методов и уменьшить время вычислений при одновременном ослаблении требований к аппаратным средствам. В 2011 году коллектив разработчиков представлял макет этой программы на институтском конкурсе молодых ученых и занял второе место. Использование данного программного обеспечения позволило нам выполнить уже не одну расчетную работу в условиях крайне сжатых сроков. Есть намерение получить на нее патент.

– **Ваши разработки поддерживались грантами?**

– Положа руку на сердце, могу сказать, что при имеющемся обилии НИР и ОКР, которыми нас на несколько лет вперед обеспечили крупные отечественные КБ, теряется смысл дополнительной грантовой поддержки. Может быть, это и не совсем правильно, но отрывать сотрудников от коллектива людей для выполнения грантов в ущерб основной работе я считаю нецелесообразным. Если же говорить о финансовой поддержке наших исследований в целом, то мы выполняем работы, в основном связанные с заказами оборонно-



промышленного комплекса. Мы сотрудничаем с государственным заказчиком в лице Минпромторга РФ и уже много лет связаны совместными работами с большим числом проектных организаций: ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «СПМБМ «Малахит», ОАО «Концерн «Океан-прибор» в С.-Петербурге; ОАО «ОКБМ «Африкантов» в Н. Новгороде. Мы вместе работаем на повышение обороноспособности нашей страны, и для меня это большая честь.

Иногда результаты такой деятельности приносят очень приятные сюрпризы, как, например, награждение стипендией Президента РФ для лучших молодых работников ОПК РФ, лауреатом которой я стал в 2010 году.

**– Кроме моделирования и расчетов занимаетесь ли вы внедрением своих разработок?**

– Да. Например, в Институте имеется почетная грамота с формулировкой «За создание головного атомного РПКСН «Юрий Долгорукий», где говорится о нашем осязаемом вкладе не только в проектирование, но и в постройку корабля. Наша группа в этом проекте непосредственно рассчитывала излучение комплектующего оборудования и изготавливала некоторые акустические системы для сдаточных испытаний.

**– Вы относитесь к молодым завабам, расскажите о перспективах своей лаборатории?**

– Заведующим лабораторией акустического проектирования я стал около года назад и могу сказать, что это очень большая ответственность. Лаборатория насчитывает 18 человек в возрасте от чуть старше 20 до почти 80 лет, и все равно людей не хватает. Работы много, и она очень интересная.

Вопросы, над которыми мы работаем, требуют людей, знающих математику, механику, технику эксперимента, умеющих или готовых научиться моделированию, и таких людей мы бы с удовольствием приняли в свой коллектив. Кроме упомянутых выше расчетных работ, наши сотрудники выезжают в экспедиции, в том числе на испытательный акустический полигон Ладожского озера для экспериментальной апробации новых теоретических идей.

**– А что на личном фронте, ведь в ИПФ вы пришли работать, потому что хотели жениться?**

– Все хорошо. У меня растут две дочери: 8 лет и 4 года. Старшая учится уже во 2-м классе, занимается музыкой по классу фортепиано. Младшая в этом году пошла в детский сад, за что отдельное спасибо профсоюзу ИПФ РАН.

Моя жена, как и я, закончила Политех, но по специальности «связи с общественностью». В настоящее время она не работает, потому что взяла на себя все заботы по домашнему хозяйству и воспитанию детей, за что я ей очень благодарен.

**– Как вы проводите свободное время, какое-либо хобби у вас есть?**

– Есть. На работе – работа, дома – дети. А если серьезно – понятие «свободное время» отложено до будущих времен. Очень редко удается выбраться в бассейн.

**– О чем вы мечтаете?**

– О том, чтобы мои дети выросли здоровыми и прожили счастливую жизнь в нашей великой стране.



*Беседовала И. Тихонова*

*Группа сотрудников ИПФ РАН на измерительном полигоне*



**"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