

Наука Сибири

Время, вперед!

В мире
науки

Спецвыпуск

www.sci-ru.org

6 2016





Содержание

Спецвыпуск
Июнь 2016

Темы спецвыпуска

О ГЛАВНОМ

Ломоносов был прав: богатство России прирастает Сибирью 2

Наталья Лескова

К авторитетным форуму «Технопром» и Петербургскому экономическому форуму Сибирское отделение РАН подошло с солидным багажом прорывных и инновационных разработок. Обзор достижений СО РАН делает его председатель академик **Александр Асеев**

ЭКОНОМИКА

Наука, власть, бизнес — треугольник реиндустриализации 8

Валерий Кудешов и Вячеслав Селиверстов

Российская наука способна стать реальным стимулом инновационной деятельности в регионах, и пример тому — Программа реиндустриализации экономики Новосибирской области на период до 2025 г.

ХИМИЯ

Мир волшебных молекул 16

Владимир Губарев

Директор Института катализа СО РАН **Валерий Бухтияров**: «Масштабы катализа беспредельны!»

Солнце в ладонях 22

Владимир Губарев

Научный руководитель Института катализа академик **Валентин Пармон** стал лауреатом престижной премии «Глобальная энергия».

МЕДИЦИНА

Наша сверхзадача — создать эффективные технологии для медицины будущего 28

Наталья Лескова

Директор Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН академик **Валентин Власов** — об уникальных междисциплинарных исследованиях и интеграционных проектах в области «интеллектуальной» медицины

ЭНЕРГЕТИКА

Энергия под ногами 34

Наталья Лескова

В Институте теплофизики СО РАН, возглавляемом **Сергеем Алексеенко**, придумали целый ряд новых способов решения энергетических проблем человечества

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Архитектура невидимого мира 40

Владимир Губарев

Директор Института физики полупроводников СО РАН **Александр Латышев**: «У нас есть своя ниша: производство новых материалов, которые не существуют в природе, однако необходимы»

КОСМОС

Зонтик для космического великана 46

Наталья Лескова

В Конструкторско-технологическом институте научного приборостроения СО РАН под руководством **Юрия Чугуя** создают сверхсложную высокотехнологичную аппаратуру для нужд космоса





34

ГИДРОДИНАМИКА

Из пушки на Луну... и дальше

Наталья Лескова

Спектр исследовательских интересов Института гидродинамики СО РАН — от движения крови в сосудах до образования галактик, и обо всем этом может поведать его директор **Сергей Головин**

МЕХАНИКА

Вместо сердца — пламенный мотор

Наталья Лескова

У Института теоретической и прикладной механики СО РАН есть любимое хобби — медицинские разработки. Об этом и многом другом рассказывают научный руководитель института академик **Василий Фомин** и его директор **Александр Шиплюк**

НЕФТЕГАЗОВЫЕ ПРОЕКТЫ

Открытие неведомых миров

Владимир Губарев

Освоение Арктики, поиски новых месторождений... Без ученых Института нефтегазовой геологии и геофизики РАН под руководством академика **Михаила Эпова** покорение Севера просто немислимо

ГЕОЛОГИЯ

Ищем сокровища везде!

Владимир Губарев

Академик **Николай Похиленко**, директор Института геологии и минералогии СО РАН — один из самых известных в мире специалистов по алмазам

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дороги для Сибири — это главное

Наталья Лескова

Защитные маски от гриппа, новые высокоемкие аккумуляторы, дома из золы — это только малая часть революционных разработок Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, возглавляемого академиком **Николаем Ляховым**

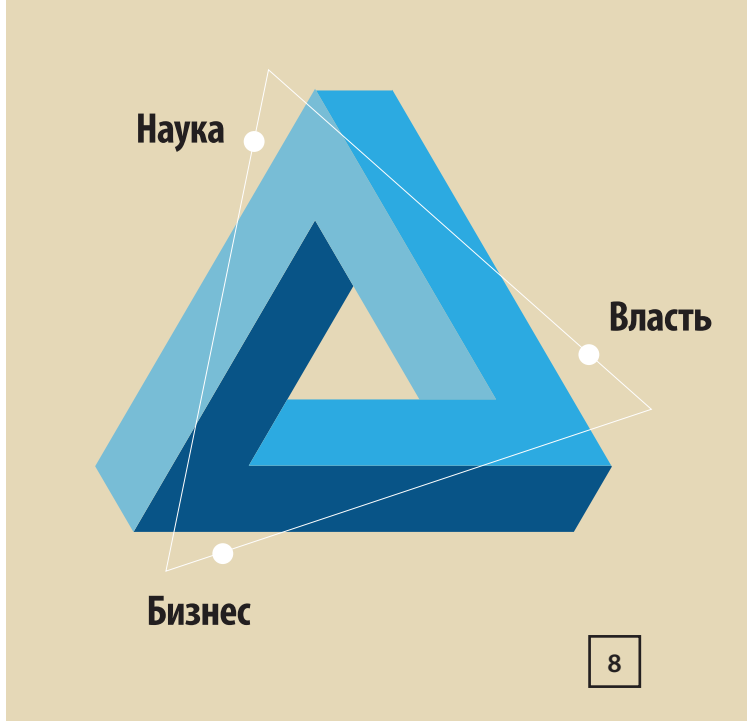
50

56

62

70

76



8

ОБРАЗОВАНИЕ

Особенный университет

Наталья Лескова

Новосибирский государственный университет считается одним из лучших в мире. О том, как в наше непростое время сохранить авторитет науки среди молодежи, — ректор НГУ **Михаил Федорук**

80

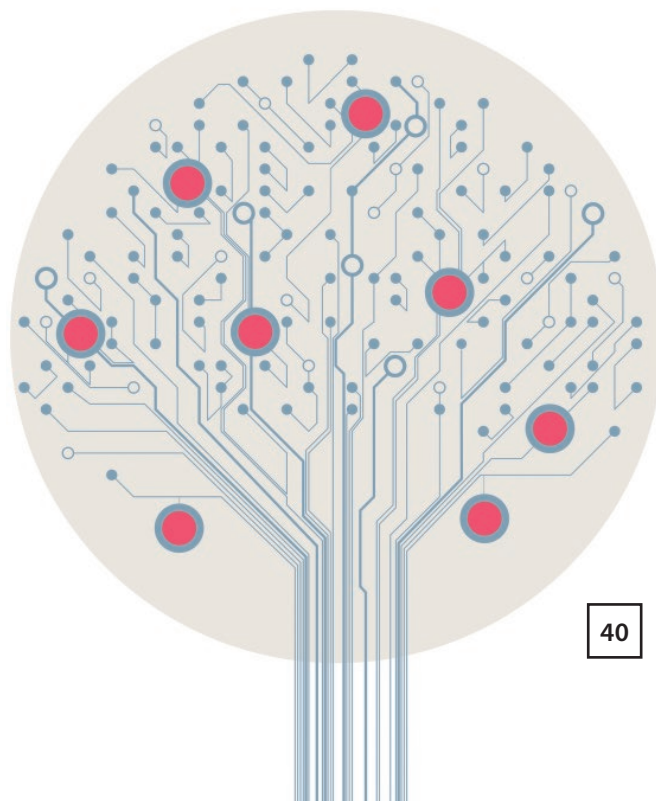
АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аддитивные технологии: обыкновенное чудо

Наталья Лескова

Волшебные миры, открывающиеся за каждой дверью Института автоматизации и электрометрии СО РАН, показывают нам директор института академик **Анатолий Шалагин** и его коллеги

84



40



Ломоносов был прав: богатство России прирастает Сибирью

Академик **Александр Асеев**

В Международном выставочном комплексе «Новосибирск Экспоцентр» в эти дни проходит очередной, четвертый по счету форум наукоемких технологий «Технопром». Затем откроется Петербургский экономический форум, в программе которого предусмотрен специальный доклад «Успешные практики регионального развития» с участием, в частности, Новосибирской области. К этим важным событиям Сибирское отделение РАН подошло с солидным багажом прорывных инновационных разработок, каждая из которых – отдельный повод гордиться уникальными мозгами и золотыми руками наших ученых.

Сегодня практически каждый сибирский регион проводит экономические или инновационные форумы. Среди них — красноярский и байкальский, томский *INNOVUS* и т.д. В их программах, как правило, ставка делается на оригинальные управленческие решения и инновации. Новосибирск пошел своим путем — и, я считаю, правильным. Наш «Технопром» значительно отличается от всего, что происходит в этой сфере. Форум проводится с 2013 г. и за это время продемонстрировал свой особый характер, состоящий в развитии современных технологий прорывного характера. В основе его концепции лежит опора на лучшие достижения современной фундаментальной науки, которые на форуме представлены в основном достижениями Сибирского отделения РАН. Это позволило ему стать самой масштабной в Сибири площадкой для эффективного взаимодействия бизнеса, науки и органов государственной власти по проблемам технологического развития.

Новосибирск — третий город России по численности населения и площади, город крупнейших предприятий высокотехнологических секторов экономики. Начало его бурного промышленного и социального развития положено прокладкой Транссиба — самого серьезного транспортного проекта России на рубеже XIX и XX вв., в результате чего в Сибирь пришли лучшие технологии того времени, в случае Транссиба — транспортные. Следующий импульс развитию промышленности города был дан суровыми временами Великой Отечественной войны, когда сюда эвакуировали много оборонных заводов и за короткий срок Новосибирск превратился в важнейший центр оборонной промышленности. Каждый четвертый артиллерийский снаряд, каждый третий истребитель, произведенные для фронта, были сделаны здесь.

Несмотря на то что некоторые крупные предприятия Новосибирска в переломные 1990-е гг. были закрыты, наши промышленные традиции по-прежнему очень сильны. Этот боевой дух поддерживает председатель оргкомитета «Технопрома» вице-премьер Правительства РФ Д.О. Рогозин, который сам происходит из военной семьи.

Организация Сибирского отделения РАН спустя всего 12 лет после великой победы 1945 г. входит в число важнейших проектов глобального уровня, изменивших лицо мира и определивших судьбу нашей страны. Первый проект — уже упомянутый Транссиб, выход к Тихому океану. Было во все не очевидно, что мы на нем укрепимся и станем глобальной державой, однако это свершилось.

Второй — Северный морской путь, заложивший основы присутствия России в Арктике, что имеет поистине глобальное значение. С этим связан выбор проблем развития Арктики в качестве главной темы нынешнего форума.

Третий проект — БАМ, открывший путь к освоению минерально-сырьевых богатств юга Восточной Сибири и укрепивший позиции России на Дальнем Востоке.

Четвертый — строительство каскадов ГЭС на великих сибирских реках, что и сейчас определяет позиции России в качестве великой энергетической державы. В Сибири электроэнергия долгое время была и остается сейчас самой дешевой и достаточно доступной.

Пятый — строительство в довоенные годы Урало-Сибирского металлургического комплекса, продукция которого, такая как советские танки Т-34, сломала хребет военной машине гитлеровской Германии.

Шестой — открытие в 1960–1970-е гг. богатейших месторождений нефти и газа на севере Западной Сибири. Я еще помню время, когда шли ожесточенные споры, есть ли там эти месторождения вообще. В духе привычного сейчас раболепства перед всем западным считалось, что нефть — это Саудовская Аравия, Мексиканский залив, Венесуэла, а отечественные ученые и специалисты призывали искать нефть и газ в безжизненных пространствах тайги и тундры, в северной глуши. Нефть и газ в северных широтах нашли благодаря таланту и самоотверженности людей, таких как академик Иван Губкин, легендарные геологи Фарман Салманов, Юрий Эрвье, Виктор Муравленко, Иван Нестеров (ныне член-корреспондент РАН и член нашего отделения), Вадим Бованенков и многие, многие другие.

Благодаря седьмому проекту — организации и деятельности Сибирского отделения РАН — Сибирь из территории, которая некогда на картах мира обозначалась как Тартария (преисподняя, непригодная для жизни территория), стала законодателем мод в мировой науке, а построенный основателем СО РАН академиком М.А. Лаврентьевым и его сподвижниками С.А. Христиановичем, С.А. Соболевым и другими Новосибирский Академгородок стал знаменитым на весь мир научным центром. Сибирское отделение РАН, созданное поколением победителей в самой жестокой войне



Академик А.Л. Асеев

за всю историю человечества (практически все первые директора и основатели знаменитых ныне институтов СО РАН либо были непосредственными участниками боевых действий, либо решали важнейшие задачи обороноспособности страны), заложило ряд основополагающих принципов, которые и поныне обеспечивают успешность работы Сибирского отделения РАН и его институтов.

В числе этих принципов — следование почти трехсотлетним традициям Российской академии наук, основанной императором Петром Первым в качестве государственной структуры, работающей над решением важнейших государственных задач. Следует указать, что Российская академия наук и поныне входит в число лучших научных организаций мира, занимая 21-ю строчку в мировом рейтинге согласно *Nature Index 2014*. Это сочетание высочайшего уровня фундаментальных исследований (многие сотрудники СО РАН входят в число наиболее высокоцитируемых в России и в мире) с прикладной направленностью выполняемых работ, чему в настоящее время Сибирское отделение уделяет особое внимание. Достаточно сказать, что в число партнеров СО РАН входят такие ведущие российские ведомства, корпорации и высокотехнологические предприятия, как ГК «Росатом», ФКА «Роскосмос», ПАО «Газпром», НК «Роснефть», ОАО «Сибур», ОАО «Ростех», ОАО «Росэлектроника», ОАО «Росгеология», ОАО «РЖД», ОАО «Алроса», РКК «Энергия», ОАО «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнева», ФНПЦ «Алтай», ОАО «НИИМЭ и завод Микрон», ЗАО «Микран», ОАО «НЗХК», ОАО «Сухой», АО «Вертолеты России» и многие другие. Разработки Сибирского отделения РАН для этих корпораций и предприятий — геофизическое оборудование, в том числе оборудование для каротажа скважин, программное обеспечение для

спутниковых систем, крупномасштабные узлы для космических аппаратов, приборы для диагностики и аналитическое оборудование — будут представлены на форуме «Технопром».

Важнейший принцип и важнейшая функция Сибирского отделения РАН — подготовка нового поколения кадров для науки, образования и высокотехнологических отраслей промышленности, инновационного бизнеса. Для этого реализуются программы взаимодействия со всеми университетами Сибири — участниками программы Top-100: Новосибирским государственным, Томским государственным и Томским политехническим университетами, Сибирским и Северо-Восточным федеральными университетами и другими ведущими университетами сибирского региона. Я лично горжусь тем фактом, что вхожу в состав наблюдательных советов НГУ, ТГУ и ТПУ, участвующих в программе Top-100.

В наше время и с активным участием СО РАН формируется новый технологический уклад, связанный с нано- и биотехнологиями, новыми интеллектуальными материалами, информационными технологиями, квантовыми исследованиями и их применением в электронике, фотонике и информатике и т.д. Поэтому крайне важен поиск новых технологических решений — применительно к суровым сибирским условиям, в которых любое массовое производство не отличается высокой рентабельностью. Должно быть что-то уникальное. Двадцать пять лет экономических реформ показали, что мы, в отличие от Китая, не способны в массовом порядке шить джинсы или делать игрушки, зато у нас получают масштабные проекты, такие как покорение космоса, освоение великих сибирских рек, эксплуатация Северного морского пути... В этом исторически наша сила, и это необходимо развивать.

Одна из главных целей форума «Технопром» — обеспечение на деле взаимодействия предприятий высокотехнологического сектора с учреждениями науки.

При основополагающем вкладе Института экономики и организации промышленного производства и других институтов СО РАН, при наработанном годами взаимодействии с предприятиями реального сектора экономики и администрацией Новосибирской области, при личном участии губернатора В.Ф. Городецкого и его ближайших заместителей нами разработана Программа реиндустриализации экономики Новосибирской области. Основная задача программы — обеспечить развитие высокотехнологического сектора экономики, предприятий оборонно-промышленного комплекса Новосибирской области на основе лучших достижений фундаментальной науки в институтах СО РАН. Именно поэтому в программе реиндустриализации Новосибирской области участвуют многие наши институты, в том числе занимающиеся

химией, биологией, приборостроением, медицинскими технологиями. Институты биологического и медицинского профиля СО РАН активно работают с НИИ патологии кровообращения им. академика Е.Н. Мешалкина Минздрава РФ — настоящей фабрикой здоровья, делаая ежегодно более 14 тыс. операций на сердце: шунтирование, ангиопластику, стентирование и многое другое.

В Томске успешно работает утвержденная Правительством РФ стратегическая программа развития «ИНО Томск», в которой участвуют институты Сибирского отделения. В частности, член-корреспондент РАН С.Г. Псахье, директор Института физики прочности и материаловедения СО РАН, руководит комплексной программой научных исследований «Новые материалы». Другая программа связана с развитием пучковых и электро-разрядных технологий для нового машиностроения. Еще одна программа — «Здоровье человека». В Томске мощный комплекс институтов медицинского профиля в настоящее время объединяется в Федеральный исследовательский центр, что усилит уже имеющуюся высокоразвитую базу для лечения онкологических, кардиологических заболеваний и других социально важных заболеваний.

Омск — город большой нефтехимии, приборостроения и оборонной промышленности. Омский нефтеперерабатывающий завод успешно осваивает в крупномасштабном производстве катализаторы, разработанные ведущими институтами СО РАН — Институтом катализа им. академика Г.К. Борескова и Институтом проблем переработки углеводородов Омского научного центра СО РАН. Предприятия города осваивают выпуск модульных ракет-носителей «Ангара» нового класса, которые будут запускать с космодрома «Восточный». Опыт омского предприятия «Трансмаш» востребован для разработки разного рода гражданских машин, в том числе и для освоения северных пространств.

В Кемеровской области создан Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН. В него входят первоклассные институты, которые разрабатывают новые технологии глубокой переработки угля. Мы получили мощную поддержку кемеровской администрации и Минэнерго РФ, которые вместо легких решений по продаже необработанного угля серьезно изучают возможности его глубокой переработки. Скажем, вагон угля стоит \$40 тыс., столько же стоит килограмм антрацена (продукт переработки угля), который используется в фармацевтической промышленности и как исходное сырье для различных продуктов химии. А если институты Кемеровского научного центра разрабатывают технологии получения из угля новых фармакологических препаратов, то можно выручить еще больше. Возможно получение веществ, граммы которых стоят десятки тысяч долларов. Самое простое — это так называемые гуминовые удобрения.

В институте углехимии и химического материаловедения под руководством члена-корреспондента РАН Э.Р. Исмагилова разработаны технологии получения удобрения из угля для повышения урожайности почв. Это особенно актуально для Сибири с ее суровым климатом и для районов с малоплодородными почвами — в горных и пустынных районах юга Сибири, Монголии, Средней Азии и т.д. Сейчас эти территории нуждаются в развитии агропромышленных комплексов, значит, все эти почвы нужно удобрять, чтобы обеспечить это развитие.

Следующее — программа развития агропромышленного комплекса. Север Западной Сибири — это в основном территория добычи нефти и газа, а юг — житница и основной источник продуктов питания для Сибири с хорошим экспортным потенциалом. Для Омской, Новосибирской областей и Алтайского края, там, где вызревает хорошая пшеница, развивается молочное животноводство, выращиваются овощи, институты СО РАН агропромышленного профиля выводят новые сорта растений и виды животных, ведут селекционную работу и трудятся над развитием новых агробiotехнологий, приемов и методов точного земледелия. Один из примеров этой работы связан с деятельностью фирмы «Эвалар», витрину которой можно найти в любой московской аптеке. Это различные БАДы на основе алтайских трав. В формирование и успех этого направления большой вклад внес Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН, который работает в Бийске в кооперации с одним из ведущих предприятий ОПК — ФНПЦ «Алтай».

Первый полноформатный летний «Технопром» был посвящен системе ГЛОНАСС. Второй — технологическим укладам. Тема нынешнего симпозиума — роль России в освоении Арктики. В Сибирском отделении РАН проблемам циркумполярной зоны уделяется большое внимание. В институтах Якутского научного центра СО РАН изучают поведение материалов в экстремальных условиях Арктики. При низких температурах — минус 40–50 градусов — материалы изменяют свои свойства, становятся хрупкими. Свою специфику имеет строительство в вечной мерзлоте — необходимы специальные сваи, термоизоляция грунта и т.д. В Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН, который возглавляет академик Н.З. Ляхов, активно занимаются этой тематикой, ведутся разработки принципиально новых морозостойчивых дорожных покрытий. Для Якутии разработана программа проведения второй комплексной экспедиции Российской академии наук. Первая была осуществлена в 1925–1927 гг. Изучалось все: тундра, полезные ископаемые, транспортные сообщения, образ жизни, режим питания,

Новосибирск — полигон реиндустриализации



организация медицинской помощи и т.д. С тех пор прошло много времени, и задачи по рациональному природопользованию территории чрезвычайно актуальны на новом витке ее социально-экономического развития, для решения важнейших задач российского присутствия в Арктике, и имеют глобальный характер. В их числе — проблемы глобального климата, одним из факторов изменения которого выступают процессы повышения температуры тундры с выделением огромного количества метана. Для решения этой и других задач в дельте реки Лены по личному поручению президента РФ В.В. Путина построена современная, прекрасно оборудованная научно-исследовательская станция СО РАН. Здесь работают экспедиции, в том числе международные, которые изучают состояние вечной мерзлоты, атмосферные явления, биотические изменения почвенного покрова и многое другое.

Геологи СО РАН вносят неопределимый вклад в решение проблем, связанных с ресурсными запасами Арктики. Если когда-то раньше геологи шли в тундру с киркой и компасом, сейчас все делается с помощью спутниковых систем, GPS, высокочувствительных сенсоров нового поколения, современных информационных и нанотехнологий. Важнейшая задача — выяснение того, как устроена земная кора на глубину одного, двух и более километров на территории российского Севера, а также поиск новых месторождений алмазов, редкоземельных металлов. Меняется стратегия нефти и газодобычи. Если раньше целью поисковых работ было открытие уникальных, огромных и легко разрабатываемых месторождений, сейчас нужно оценивать запасы нетрадиционных источников минеральных ресурсов. Например, север Якутии — это битуминозные почвы, которые содержат углеводороды, и их необходимо осваивать с помощью совершенно новых технологий. Настоящий прорыв совершен сибирскими геологами академиком Н.Л. Добрецовым и членом-корреспондентом

РАН В.А. Верниковским: на основе палеомагнитных и геохронологических данных разработана палеотектоническая модель формирования континентального массива шельфа Северного Ледовитого океана, которая легла в основу заявки России в ООН на долю континентального шельфа страны в Арктике.

Важнейшее направление работы ученых в полярных регионах — исследование гуманитарных проблем и проблем малочисленных народов Севера. Так, например, в Ямало-Ненецком автономном округе проживает коренное население (ненцы, манси) — около 40 тыс. человек, которые занимаются оленеводством. В ЯНАО самое большое в мире стадо оленей — до полумиллиона голов. Это уникальная экосистема. Но она создает большую проблему для «Газпрома», который прокладывает газопроводы по определенному плану. Олени же никаких планов не признают — они занимают лучшие угодья и к тому же непрерывно кочуют. Академия наук, в том числе Сибирское отделение, тоже занимается этой жизненно важной проблемой.

Отдельная тема — наш Байкал. Байкальская пресная вода еще при нашей жизни будет стоить дороже нефти или бензина. Она и сейчас, бутилированная, уже сравнима с ними по цене. Большим шагом в охране памятника мирового природного наследия, которым признан Байкал, стало принятие Правительством РФ статуса охраняемой природной территории вокруг Байкала. Однако подобный статус накладывает серьезные ограничения на многие виды хозяйственной деятельности на этой охраняемой природной территории, что затрудняет экономическое развитие, особенно в Республике Бурятия. Другая проблема состоит в большом потоке неорганизованных туристов, в результате чего в озеро попадают все отходы — мусор, банки, продукты жизнедеятельности. Сохранение уникальности природной среды Байкала и решение серьезнейших экологических проблем территории — предмет исследований институтов Иркутского и Бурятского научных центров СО РАН, каждый из которых имеет свой и очень серьезный круг задач.

Сибирское отделение РАН выполняет еще одну важнейшую миссию академии — осуществление международного сотрудничества с сопредельными странами Юго-Восточной Азии, многие из которых признаны мировыми лидерами как в проведении фундаментальных исследований, так и в использовании их результатов в развитии высоких технологий, — Китаем, Японией, Южной Кореей, Тайванем и другими.

Важнейшее направление в закреплении кадров высокой квалификации — опережающее развитие социальной сферы. У нас в Сибирском отделении четыре академгородка, в которых научная инфраструктура 60-х гг. прошлого века сочетается с ультрасовременными зданиями технопарков

и новыми университетскими корпусами. Если пройти по институтам, можно увидеть, что там в полной мере реализовано то, чем руководствовался академик М.А. Лаврентьев. Его когда-то упрекали в незаmysловатости архитектуры институтских корпусов: «Какие-то стандартные коробки, какая тут может быть наука?» А он отвечал, что ставка делается не на здания, а на людей с идеями. Мы и сейчас гордимся обилием людей с идеями, а кроме того каждый институт — и мы этому уделяем самое серьезное внимание даже в самые неблагоприятные годы экономических реформ — имеет современное и зачастую лучшее в мире оборудование. При этом много своих разработок, в том числе выполнявшихся в СО РАН по программе импортозамещения. В настоящее время в Новосибирском Академгородке выполняется пилотный для страны проект строительства коттеджного поселка для научных сотрудников, в том числе молодых. Благодаря специальной ипотечной программе банка ВТБ24 сотрудники институтов СО РАН получают жилье в виде отдельных благоустроенных коттеджей с прилегающим земельным участком по цене, близкой к себестоимости строительства и не превышающей среднюю для региона стоимость жилья.

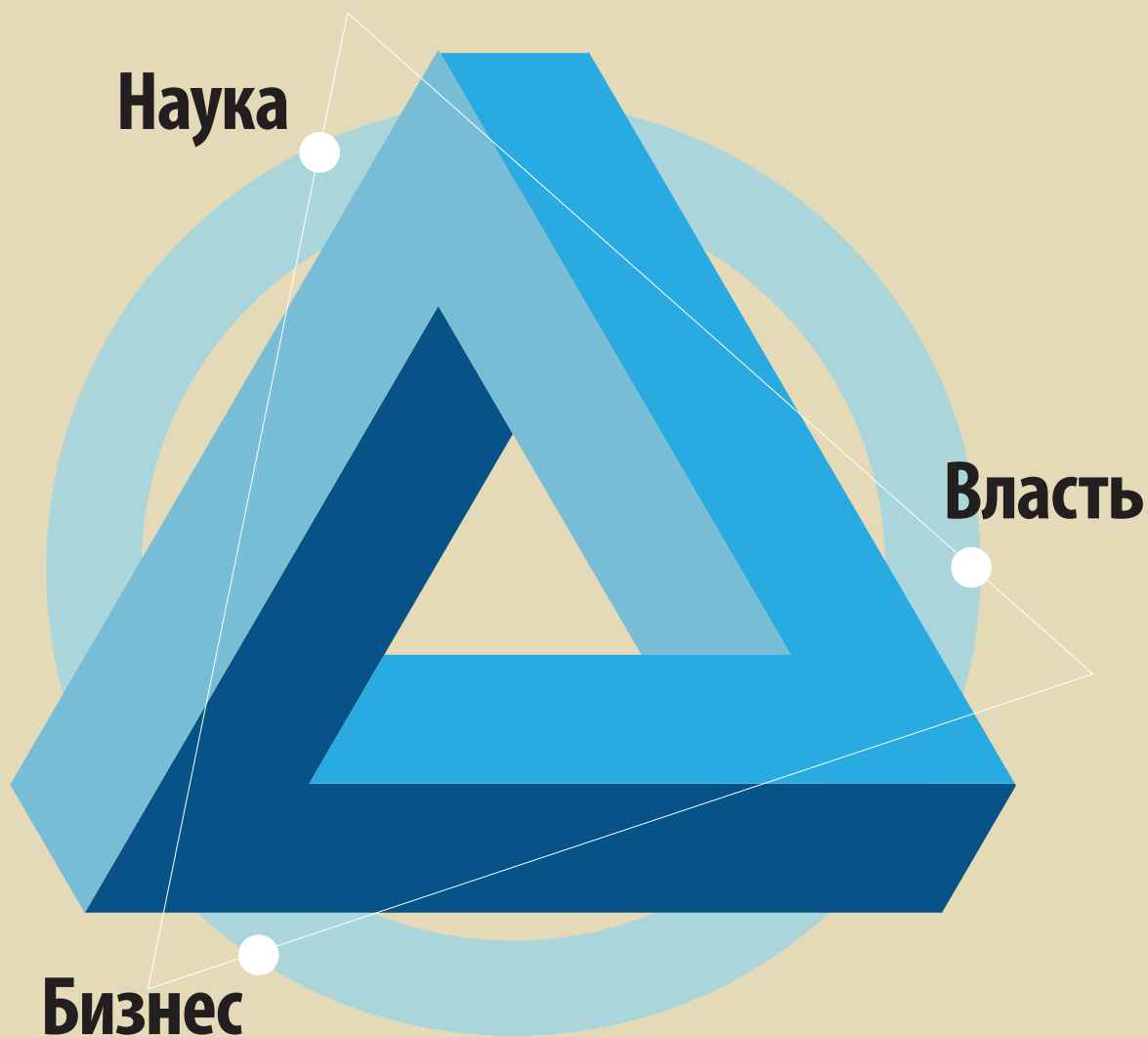
Во всем этом — квинтэссенция нашей философии и наша сверхзадача: наука — это как получение новых знаний, так и практическое использование лучших разработок для повышения качества жизни населения Сибири и России в целом. Уверен, что достижение новых впечатляющих результатов в этой благородной деятельности на благо отечества нам по силам. ■

Подготовила *Наталья Лескова*

СПРАВКА

Александр Леонидович Асеев

- Председатель СО РАН, вице-президент РАН, доктор физико-математических наук, академик.
- Родился 24 сентября 1946 г. в Улан-Удэ.
- Окончил физический факультет Новосибирского государственного университета (1968).
- **Спектр научных интересов:** изучение атомной структуры и электронных свойств полупроводниковых систем пониженной размерности, развитие технологий полупроводниковой микро-, опто- и наноэлектроники.
- **Награды и премии:** почетный работник науки и техники РФ (2011), Премия Правительства РФ (2012), медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2008), Орден «Полярная звезда» — высшая награда Монгольской Народной Республики (2010), иностранный член Национальной академии наук Беларуси (2014), почетный профессор Санкт-Петербургского Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН, Томского и Бурятского государственных университетов.



Треугольник **реиндустриализации**

Валерий Кулешов
Вячеслав Селиверстов

Р

оссийская экономика сегодня переживает затяжную рецессию, выход из которой ожидается не скоро. Эта ситуация лишь отчасти связана с санкционными ограничениями и с недостатком поступления в бюджет валютных поступлений из-за низких цен на нефть на мировом рынке. Главная причина — в исчерпании сложившейся экономической модели, которая в самом начале нового тысячелетия в определенной степени себя оправдала, но сейчас стала явным тормозом дальнейших социально-экономических преобразований. Последние безусловно связаны с необходимостью модернизации макроэкономической, бюджетно-финансовой и инвестиционной политики. Не менее, а, возможно, и более важные решения лежат в плоскости действенной инновационной политики государства и в модернизации стратегического планирования и управления на федеральном и региональном уровнях.

И то и другое существенно зависит как от поиска новых региональных точек роста, так и от выработки новой модели взаимодействия власти, бизнеса и науки на путях построения инновационной экономики. При этом науке должна отводиться не просто «экспертная функция», как это предусмотрено идеологами ее реформирования. Российская академия наук и ее институты обязаны быть в эпицентре таких преобразований и брать на себя роль лидера в генерации стратегических направлений и приоритетов.

На примере конкретной стратегической разработки мы покажем, как российская наука может стать реальным стимулом инновационной деятельности в регионах. Речь идет о Программе реиндустриализации экономики Новосибирской области на период до 2025 г. Об особенностях нашего региона и его потенциале, о подходах Института экономики и организации промышленного производства (ИЭОПП) СО РАН к разработке этого документа мы уже рассказывали на страницах журнала «В мире науки» (Фридман В., Позднякова Ю. В поисках недостающего звена [Интервью

с В.Е. Селиверстовым] // ВМН, № 12, 2015). Здесь мы хотим конкретизировать некоторые важные моменты, касающиеся особенностей этой программы, роли науки в процессе ее разработки и реализации, а также коснуться вопросов управления программой и ее ожидаемых результатов.

Программа как управленческая инновация

Инициатором разработки программы реиндустриализации выступил губернатор Новосибирской области В.Ф. Городецкий, который стал сопредседателем Совета по вопросам реиндустриализации экономики Новосибирской области вместе с председателем СО РАН академиком А.Л. Асеевым. По заданию правительства региона ИЭОПП СО РАН разработал проект этого стратегического документа (научными руководителями выступили авторы этой статьи). В работу были вовлечены практически все министерства и ведомства Новосибирской области, институты СО РАН и вузы Новосибирска, предприятия и компании, наукоемкий бизнес. Со стороны правительства Новосибирской области работу координировал вице-губернатор А.К. Соболев.

Программа реиндустриализации имеет ряд особенностей, выделяющих ее из ряда других документов регионального стратегического планирования

1 У программы динамичный, а не статичный характер. Она действует на протяжении всего планируемого периода в активном режиме: каждый год должна происходить «перезагрузка» за счет включения новых проектов или инициатив. В этом смысле программа — не только документ регионального стратегического планирования, но и сам процесс реализации новой модели экономического роста региона.

2 Цель программы — не просто рост валового регионального продукта, а новое качество этого роста, базирующееся на структурных и технологических реформах.

3 Важная специфика программы — ее интеграционность, то есть включение в нее межрегиональных инновационных программных мероприятий и проектов, а также реализация кластерного и паркового подходов, успешно зарекомендовавших себя в разных странах мира и имеющих опыт распространения в самом регионе.

4 Программа основана на многоканальном характере финансирования мероприятий и проектов (федеральный, региональный и местный бюджеты; средства федеральных и региональных институтов развития; инвестиции частного бизнеса, в том числе зарубежного).

Была предложена оригинальная архитектура программы (илл. справа). Ее идеология отразила прогрессивные принципы регионального стратегирования, в том числе за счет публичного характера разработки. Базовый принцип стратегического планирования (максимальное вовлечение стейкхолдеров) разработчикам программы реиндустриализации удалось реализовать в полной мере, и здесь ИЭОПП СО РАН работал широким фронтом — на «полигонах» правительства Новосибирской области, Сибирского отделения РАН, наукоемного бизнеса, Межрегиональной ассоциации руководителей предприятий, университетов. Было проведено восемь круглых столов по проблематике реиндустриализации, на которых в формате мозгового штурма обсуждались проблемы, направления, риски, механизмы реализации программы.

Важнейшим достоинством этого документа стало использование проектно-программного подхода, когда не просто провозглашались абстрактные призывы перехода на новые технологические платформы или же фиксировались необходимые стратегические инновационные приоритеты (IT- и биотехнологии, высокотехнологичная медицина и т.д.), а включались конкретные инновационные проекты, которые уже сейчас начали реализовываться в регионе и имеют большой потенциал.

Проектно-программный подход в действии

Комплексные флагманские проекты программы реиндустриализации соответствуют ключевым технологическим направлениям развития региона, формируют новую экономику Новосибирской области и усиливают ее конкурентные позиции в экономическом и инновационном пространстве России. Эти проекты отражают реальные компетенции новосибирской науки и производства, их отличают масштабность и народно-хозяйственная значимость, высокий кумулятивный эффект, сильная команда («мотор»), способная их реализовать, связка «наука — производство».

В качестве «пусковых» флагманских проектов первой очереди программы были предложены следующие:

- создание масштабируемого промышленного производства углеродных нанотрубок и наномодификаторов на их основе для применения в производстве особо прочных материалов, композитов и т.д.;
- создание и развитие кластера высокотехнологичной медицины в Новосибирской области (в кардиологии и ортопедии);
- создание и развитие кластера микро-, нано- и биоэлектроники;
- «Умный регион» (управление областью и городом, их экономикой, социальной деятельностью,

транспортной системой, экологией и жизнеобеспечением с помощью интеллектуальных технологий);

- организация импортозамещающего промышленного производства современных биотехнологических препаратов и ферментов для кормопроизводства;
- разработка и внедрение национальной платформы промышленной автоматизации;
- «БиоФармПолис»: разработка и производство оригинальных биофармацевтических препаратов и субстанций антибиотиков;
- сибирский металлурго-машиностроительный кластер аддитивных цифровых технологий и производств;
- создание производства и инфраструктуры по глубокой переработке алюминия: промышленно-технологический парк «13-й элемент».

Каждый из этих проектов заслуживает специального описания. Практически во всех прослеживается роль институтов Сибирского отделения РАН (либо в качестве непосредственного инициатора или участника, либо в виде технологии, вышедшей из стен академического учреждения). Первые пять проектов мы коротко описали в упоминавшемся выше интервью в журнале «В мире науки», они продолжают успешно реализовываться. Например, в июне 2016 г. намечен ввод в действие первой

Архитектура Программы реиндустриализации экономики Новосибирской области на период до 2025 г.



очереди промышленно-медицинского парка. Можно сказать, программа реиндустриализации начала реализовываться даже до начала ее официального принятия на заседании правительства региона, которое состоялось 29 февраля 2016 г.

Например, очень интересен флагманский проект «ФармБиоПолис», демонстрирующий динамичный характер реализации программы. Инициаторы этого проекта — ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», НП «БиоФарм» (объединяющее все частные биотехнологические предприятия наукограда Кольцово) и Новосибирский государственный университет. В проекте активно используется инфраструктура Биотехнопарка, который был введен в 2015 г. Предполагается, что «БиоФармПолис» будет представлять собой центр компетенций федеральной значимости в четырех прикладных направлениях:

- расширение выпуска импортозамещающих вакцин и организация производства вакцин нового поколения;
- наращивание и организация производства новых рекомбинантных белков и других близких препаратов;
- развертывание производства пробиотиков нового поколения;
- подготовка к выпуску субстанций антибиотиков и других лекарств на основе биотехнологических процессов.

Для этих целей будут использоваться существующие мощности и инфраструктура всемирно известного центра вирусологии «Вектор», инновационных фирм и компаний наукограда Кольцово, резидентов Биотехнопарка. Огромный потенциал этого проекта заложен в ориентации на импортозамещение: о дефиците российских лекарств говорят со всех трибун с нарастающей тревогой. Новосибирская область должна максимально усилить свое участие в разработке и производстве новой отечественной биотехнологической и биофармацевтической номенклатуры. Объем продукции наукограда Кольцово должен увеличиться с 11,2 млрд рублей в 2015 г. до 29–30 млрд рублей в 2025 г.

После утверждения программы реиндустриализации в процессе мозговых штурмов и дискуссий выявилась возможность включения в этот флагманский проект нового — пятого — направления, связанного с разработкой отечественной высокопроизводительной технологии секвенирования следующего поколения и NGS-секвенатора (*NGS — Next Generation Sequencing*) для персонализированной геномной диагностики причин и рисков заболеваний человека. Оно имеет большой потенциал прорывного направления отечественной высокотехнологичной медицины и методов диагностики заболеваний. Ключевые участники этой инициативы — Институт автоматизации и электротририи



Академик В.В. Кулешов

СО РАН, Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, ЗАО «Вектор-Бест», Новосибирский государственный университет — нацелены на то, что созданный ими комплекс отечественных приборов и реагентов должен позволить за один технологический цикл секвенировать экзом человека (30 млн пар нуклеотидов) для персонализированной геномной диагностики причин и рисков заболеваний (в том числе онкологических) с ориентировочной ценой не более 50 тыс. рублей. Это на порядок ниже аналогичного цикла, который предлагается одной из российских компаний с использованием возможностей импортных технологий геномной диагностики.

Значительная часть флагманских проектов формируется в виде научно-производственных кластеров. Для этих целей планируется создание специальной инжиниринговой инфраструктуры.

Например, в рамках проекта «Создание масштабируемого промышленного производства одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) и наномодификаторов на их основе» создан Центр прототипирования новых материалов, который становится ключевым участником кластера как по отработке элементов технологий с использованием ОУНТ, так и по поставке реакторов синтеза ОУНТ в другие субъекты Российской Федерации, производство которых может быть организовано совместно с ОАО «Сибэлектротерм» (Новосибирск)*. Для создания конкурентоспособных высокопрочных материалов различного назначения необходимы фундаментальные и прикладные исследования высокого уровня, проведение которых требует участия институтов СО РАН.

Отмеченные девять флагманских проектов не исчерпывают весь потенциал Программы реиндустриализации экономики Новосибирской области. Это лишь вершина айсберга, выявленные и утвержденные участники первой очереди программы, куда ежегодно должны включаться новые инновационные проекты. Для получения различных форм господдержки федерального и регионального уровня (в том числе от институтов развития) каждый из этих проектов должен получить своеобразную «инвестиционную упаковку»: иметь детально проработанный бизнес-план, дорожную карту и т.д. Каждый проект программы — флагманский, импортозамещающий, стимулирующий спрос на инновации и т.д. — должен пройти специальные конкурсные процедуры. Но сам факт их включения в программу и тщательный экспертный отбор повышают шансы получения различного рода финансовой и иной поддержки.

Участие СО РАН и его институтов в разработке и реализации программы

Опыт разработки программы реиндустриализации экономики Новосибирской области достаточно уникален. Пожалуй, впервые удалось организовать реальное взаимодействие власти, бизнеса и науки в выработке новой модели развития региона. Это было весьма непросто, поскольку и круглые столы, и многочисленные дискуссии выявляли несовпадение интересов, устремлений, перспективного видения у ключевых игроков на поле регионального стратегирования. Тем не менее компромисс был неизбежен, и фактически воплотился принцип

* ОУНТ могут кардинально изменить рынок основных материалов (металлов, пластмасс, строительных и композитных материалов, материалов несущих конструкций, резин, клеев, покрытий и других), достичь существенного уменьшения энергопотребления и снижения выбросов CO₂ в атмосферу. Нанотрубки способны изменить 70% всех материалов объе-

мом производства в \$3 трлн. Организованное группой компаний OCSiAl производство позволяет получить ОУНТ, по качеству не уступающие мировым аналогам, но при цене до 75 раз ниже. Сегодня OCSiAl выпускает более половины мирового производства ОУНТ, в планах компании — запуск серии заводов на основе оригинальных реакторов.

«трех ключей» запуска инновационных процессов. В отдельности ни власть, ни наука, ни бизнес реально не могли эффективно воздействовать на процессы инновационного развития. Интеграционный подход сработал, хотя окончательные выводы о его результативности можно будет сделать только через несколько лет.

Когда в самом начале разработки проекта программы реиндустриализации экономики Новосибирской области оценивался ее потенциал, мы отмечали, что его важнейший и определяющий компонент — это уникальная концентрация институтов Российской академии наук и мощный научно-образовательный центр. СО РАН до сих пор выступает флагманом российской науки в сфере как фундаментальных, так и прикладных исследований. Тем не менее, несмотря на ряд совместных инициатив правительства региона, мэрии Новосибирска, руководства Сибирского отделения РАН и отдельных его институтов, этот потенциал пока не удалось задействовать в полной мере. В этом нет вины академической системы: регламенты проведения исследований не давали возможности организовывать внутри институтов опытные производства, инжиниринговые центры и т.п. Новые правила функционирования науки, несмотря на призывы к усилению ее связи с производством, никоим образом не улучшают ситуацию.

Именно поэтому разработчиками программы реиндустриализации был инициирован процесс формирования целостного инновационно-инжинирингового пояса Новосибирского научного центра и вузовской науки. Он должен реализовать уникальные в масштабе России компетенции, по которым в настоящее время отсутствуют реальные отечественные, а в ряде случаев и мировые конкуренты. Этот пояс призван стать полноценной заменой системе бывших отраслевых НИИ, сформировавшихся в советский период вокруг Новосибирского Академгородка. Сейчас он может позиционироваться как необходимый и дополняющий элемент в треугольнике «Новосибирский научный центр СО РАН — Технопарк новосибирского Академгородка — промышленные технологии».

Инновационно-инжиниринговый пояс Академгородка** включает как действующие центры, где отработаны организационные механизмы и есть

** В числе действующих: ООО «Фабрика биополимеров» (на базе Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН); наноцентр «Сигма»; Центр новых композитных материалов «Оксиал»; Пилотный центр промышленных биотехнологий («Промбиотех»); производство промышленных кристаллов (Институт геологии и минералогии СО РАН, Институт неорганической химии СО РАН) и др.



Доктор экономических наук В.Е. Селиверстов

инвесторы, так и новые проекты, обладающие заметным научно-инновационным и инжиниринговым заделом. ИЭОПП СО РАН организовал работу с руководством институтов ННЦ, в результате был сформирован серьезный пул потенциальных проектов этого блока программы:

- 1 Инжиниринговый центр промышленных технологий выращивания и глубокой переработки быстровозобновляемого растительного сырья (ФИЦ ИЦиГ, ИК СО РАН);
- 2 Центр стерилизации на базе промышленного ускорителя (ИЯФ СО РАН);
- 3 Центр сверхтвердых абразивных материалов (ИГиМ СО РАН);
- 4 Центр компетенций в области селекции и семеноводства в Сибири (ФИЦ ИЦиГ СО РАН);
- 5 Центр обогащения редкоземельных металлов (ИГиМ СО РАН);
- 6 Центр лазерно-плазменных технологий (ИЛФ СО РАН);
- 7 Инжиниринговый центр комплексных каталитических технологий и малотоннажной химии (ИК СО РАН);
- 8 Инжиниринговый центр высокоэнергетической импульсной обработки материалов (ИГиЛ СО РАН);
- 9 Центр молодежного инновационного творчества на базе Клуба юных техников ИГиЛ СО РАН.



Искусственный сустав на основе нанокерамики уже имплантируется в Новосибирске. Фото: Ю.С. Позднякова.

реально стал сильнейшим инновационным брендом России и центром науки, образования и инноваций (как это предусматривалось поручением президента РФ), необходим специальный межведомственный концепт, который бы содержал обоснование и предложения по его экономическим, правовым и институциональным основам, а также по научно-технологическим обоснованиям конкретных интеграционных проектов, объединяющих институты РАН, высшей школы и бизнес-структуры.

Ареал потенциального «Сибирского наукополиса» де-факто стал территорией опережающего инновационного развития Новосибирской области. Примеры очевидны: миллиардные доходы и их существенный ежегодный рост в наукограде Кольцово, в Академпарке, в НИИПК им. Е.Н. Мешалкина, в ряде институтов СО РАН (например, в Институте ядерной физики СО РАН, в Институте катализа СО РАН и др.).

Поэтому обозначенная в программе реиндустриализации стратегическая инициатива «Сибирский наукополис» должна найти официальную государственную поддержку (т.е. перейти от состояния «де-факто» к «де-юре») или в форме фе-

В настоящее время проекты создания этих центров начинают реализовываться как инициативы конкретных институтов. Необходима их интеграция в единую систему под эгидой президиума СО РАН и ФАНО с тем, чтобы достичь системного эффекта от их реализации и от взаимодействия различных институтов. Для этого требуется создание совета директоров инжиниринговых центров, а также подготовка предложений по обоснованию и оформлению новых таких центров при институтах СО РАН по прорывным направлениям науки и технологий.

«Сибирский наукополис» — территория опережающего инновационного развития

Работа над потенциальными проектами программы реиндустриализации усилила нашу уверенность в необходимости новой стратегической инициативы под названием «Сибирский наукополис». Ее результатом может быть оформление и начало функционирования на новых принципах самой крупной в стране «территории опережающего инновационного развития» на основе объединения потенциалов Новосибирского научного центра СО РАН (включая институты медицинского и сельскохозяйственного профиля, ранее входившие в СО РАМН и СО РАСХН), Новосибирского национального исследовательского государственного университета (НГУ), Технопарка Новосибирского Академгородка (Академпарк), наукограда «Кольцово» с его крупным научно-производственным комплексом предприятий, специализирующихся в области биотехнологии, вирусологии и фармацевтики (в том числе Биотехнопарк), НИИ патологии кровообращения им. Е.Н. Мешалкина. Уже сейчас налаживаются интеграционные связи всех потенциальных участников «Сибирского наукополиса», начаты работы по обоснованию его градостроительных решений, но для того, чтобы «Сибирский наукополис»

Если стратегическая инициатива «Сибирский наукополис» найдет государственную поддержку, это позволит реализовать многие существующие и потенциальные проекты Программы реиндустриализации экономики Новосибирской области

Федеральной «Территории опережающего инновационного развития» (по аналогии с ТОР дальневосточных регионов, которым предоставляются беспрецедентные льготные условия ведения бизнеса и привлечения инвесторов), или же в форме специальной Федеральной целевой программы

«Территория опережающего инновационного развития — Сибирский наукополис». Это даст возможность довести многие существующие и потенциальные проекты Программы реиндустриализации экономики Новосибирской области, которым требуется федеральная поддержка, до включения в строчки национального бюджета.

Реальная практика крупномасштабной федеральной поддержки центров инноваций сейчас укладывается в идеологию *greenfield* («проекты в чистом поле»: Сколково, Татарстан). Результаты, к сожалению, пока далеки от желаемых. Между тем на поверхности лежит идея развития крупных центров науки, инноваций и образования на основе уже состоявшихся, к числу которых, безусловно, принадлежит ареал «Сибирского наукополиса». Эта центрально-южная часть новосибирской агломерации реально может стать самым крупным российским инновационным центром — здесь заложен огромный потенциал.

В заключение отметим, что Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН выступил сильным «коммуникационным центром» для связи и интеграции усилий власти, науки, бизнеса и институтов гражданского

общества в процессе выработки и реализации новой экономической модели развития Новосибирской области в формате реиндустриализации ее экономики. ИЭОПП СО РАН готов продолжать эту работу и в дальнейшем в качестве научного сопровождения предлагаемой программы. ■

СПРАВКА

Валерий Владимирович Кулешов

- Директор Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, доктор экономических наук, профессор, академик.
- Родился 6 ноября 1942 г. в Новосибирске.
- Окончил общезаочный факультет Московского института народного хозяйства им. Г.В. Плеханова.
- **Спектр научных интересов:** методология и методика экономико-математического моделирования, анализа, планирования и прогнозирования социально-экономических процессов функционирования экономики страны, Сибири и ее отдельных регионов, прогнозирование развития многоотраслевых комплексов, создание экономико-математических моделей, ориентированных на согласование решений в экономических системах различного уровня, проблемы ресурсосбережения, прогнозы текущего и долгосрочного развития экономики Сибири и ее важнейших отраслей, проблемы разработки эффективного хозяйственного механизма.
- **Награды и премии:** премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники, премия им. А.Н. Косыгина, орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени, орден Почета, диплом «Почетный главный научный сотрудник» Академии общественных наук провинции Хэйлунцзян (КНР).

Вячеслав Евгеньевич Селиверстов

- Заместитель директора Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, доктор экономических наук.
- Родился 24 ноября 1946 г. в Иркутске.
- Окончил Новосибирский государственный университет по специальности «экономическая кибернетика».
- **Спектр научных интересов:** региональное стратегическое планирование, региональная экономика, региональная политика и экономические аспекты федерализма, социально-экономическое развитие Сибири, межрегиональная интеграция.
- **Награды и премии:** премия им. А.Н. Косыгина (в соавторстве) за большие достижения в решении проблем развития экономики России (2003), медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2012), благодарственное письмо Полномочного представителя Президента РФ в Сибирском федеральном округе.



Новосибирская бронекерамика надежно защищает от пуль и осколков. Фото: А.В. Соболевский.



Мир

волшебных молекул

Член-корреспондент РАН **В.И. Бухтияров:**
**«Масштабы катализа
беспредельны!»**



Если провести конкурс на самый популярный химический термин, «катализ» не только

не станет лидером, но и, скорее всего, не попадет даже в десятку. И напрасно! Современная наука, в частности химия, столь стремительно меняет свои приоритеты, что уследить за этим процессом нелегко. В первую очередь это касается катализа — той области науки, которая несет в себе черты не только химии, но и физики, математики, биологии. У катализа столь широкий диапазон применения, что о его особенностях — а не только о существовании! — должен знать каждый.

Интерес к катализу вырос стремительно в последние дни, когда стало известно, что новым лауреатом премии «Глобальная энергия» стал академик **Валентин Николаевич Пармон** — научный руководитель Института катализа СО РАН. Как известно, подобными премиями отмечаются высшие достижения в науке.

Так что теперь можно смело утверждать, что в соревновании терминов «катализ» надо ставить рядом со словами «нефть», «газ» и «уголь». Впрочем, не исключено, что не рядом, а впереди.

Институт катализа СО РАН **Валерий Иванович Бухтияров** возглавил недавно, так как в соответствии с новыми правилами академик Валентин Николаевич Пармон, которому уже исполнилось 65 лет, должен был покинуть свой пост. Учитывая заслуги Валентина Николаевича, можно было бы добиться у чиновников от науки исключения и добавить еще пять лет к директорскому стажу прославленного академика, но сам Пармон категорически заявил, что порядок надо поддерживать — и никаких исключений!

Чуть позже он признался, что на посту директора могут работать еще несколько его учеников и соратников, но все-таки лучшая кандидатура — это В.И. Бухтияров, поскольку он проработал 13 лет заместителем по науке и знает все тонкости директорства. Да и авторитет научный у него высок: он еще и главный ученый секретарь СО РАН. Ну а сам академик Пармон остался научным руководителем института, что вполне естественно, так как достижения коллектива напрямую связаны с ним.

Именно с этого утверждения и началась наша беседа с В.И. Бухтияровым. Чуть позже, после окончания совещания у председателя Сибирского отделения, к нашему разговору присоединился и В.Н. Пармон.

— **Легенда или правда, не знаю, но говорят, что в 1990-е гг. единственным институтом, который спасал Сибирское отделение, то есть добывал для него деньги, был ваш. Так ли это?**

— Действительно, деньги были. Мы выполняли ряд проектов, которые приносили доход. Деньги шли на оплату труда сотрудников, приобретение оборудования, расходных материалов. Жили мы лучше, чем другие. Но были в отделении не единственными. Рядом находится Институт ядерной физики, там тоже не бедствовали. Выручила ориентация на западных партнеров. Нашему институту с момента его создания в 1958 г. — а произошло это по инициативе академика Георгия Константиновича Борескова — свойствен дуализм. С одной стороны, мы академический институт, а с другой — всегда занимались проблемами практического катализа. Работали на экономику страны. Это связано с личностью и ментальностью нашего первого директора Г.К. Борескова. Как и все директора — создатели Сибирского отделения, он был из поколения победителей. С их помощью была выиграна война. А когда за тобой такие дела, это придает силы. Боресков поставил в стране всю сернокислотную промышленность, на его катализаторах работало очень много заводов. В сердце многих процессов химической промышленности лежит каталическое превращение сернистого ангидрида в серную кислоту, без которой нельзя получить удобрения, порох, азотистые вещества. И при создании института Г.К. Боресков сразу заложил возможность прикладных исследований. Был построен не только основной корпус, но и опытно-химический цех, где мы могли масштабировать получение наших катализаторов, проверять, как они работают. И, конечно, после такой проверки наши разработки были более востребованы промышленниками, чем, скажем, что-то «из пробирки».

— **Вы классический вариант модели организации производства, присущей оборонной промышленности: институт — опытное производство — завод?**

— Не совсем. Все директора, начиная с Борескова, старались не разделять исследования и производство, они шли в комплексе. В проникновении

ТОЛЬКО ФАКТЫ

Применение новых катализаторов и новейших технологий в различных областях промышленности

- Нефтепереработка и нефтехимия
- Использование природного газа, угля и органического сырья для синтеза химических продуктов, различных видов моторного топлива и других энергоносителей
- Синтез полимерных материалов
- Получение крупнотоннажных химических продуктов и удобрений
- Получение лекарств, витаминов, средств защиты растений и других биологически активных веществ
- Очистка выбросов промышленных предприятий и транспорта
- Освоение нетрадиционных и возобновляемых энергоресурсов

одного в другое и кроется успех работы института как в академической, так и в прикладной части. Понятно, что фундаментальные исследования направлены на генерацию знаний. Можно вести исследования реакций, совсем оторванных от практики. А можно использовать реакции практической направленности на тех же модельных катализаторах. Поэтому у тех знаний, что получены из фундаментальных исследований, путь до внедрения становится короче. А если вернуться к вашему вопросу о 1990-х гг., действительно, академик Кирилл Ильич Замараев, в то время директор института, имел широкие связи за рубежом. Его хорошо там знали. Он понял, что эти тяжелые годы надо не только переживать, но и развиваться, а для этого надо выходить на международные контракты. Уже не контакты, а контракты. И наш институт одним из первых их начал заключать.

— **Это было непривычно?**

— Конечно. В Советском Союзе валютное законодательство было достаточно жестким, контракты нельзя было заключать напрямую с зарубежными фирмами. Надо было преодолеть определенные психологические барьеры, когда появились возможности работать с Западом. Приведу пример. Кажется, это был 1999 г., мы подводили итоги финансового года. Я уже был ученым секретарем института. От государства в бюджет института мы получили 19%, а отдали ему в виде налогов 22%. Потом волна международных контрактов немного снизилась, но зато поднялась наша перерабатывающая промышленность. «Роснефть», «Газпромнефть» и другие компании начали понемногу финансировать науку.

— **То есть вы работаете на всех, у кого есть деньги?**

— Да, работаем там, куда можем дотянуться.

— **Создается впечатление, что у вас нет конкурентов.**

— Так говорить нельзя. Институт постарался использовать все возможности катализа. Еще раз повторю: от исследования процессов на атомно-молекулярном уровне (мы иногда шутим: от интимной жизни молекул) до использования на практике. Приведу еще один пример — для понимания химии это просто необходимо. Есть реакции с выделением тепла, а есть с поглощением. Реакция с выделением тепла может протекать самопроизвольно. Взаимодействие всех частей нашего тела — белков, аминокислот — с кислородом значительно меньше нуля. Это означает, что в принципе мы уже должны сгореть в кислородной атмосфере. Но существует достаточно мощный активационный барьер, и это спасает наши жизни. Мы стараемся с помощью катализаторов сделать так, чтобы преодолеть этот барьер.



Член-корреспондент РАН В.И. Бухтияров

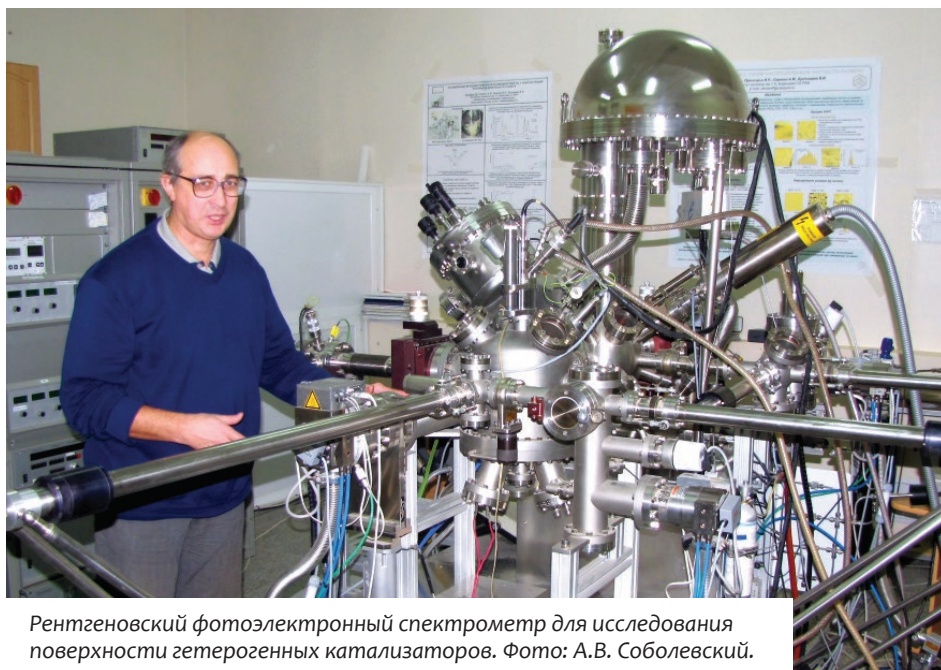
Процесс уже контролируемый. Он нужен, например, для дожигания выхлопных газов, да и многих других. Процессы активации кислорода дают возможность получать разнообразные химические продукты. Естественно, в нашем институте они тщательно изучаются.

— **У меня при упоминании о кислородной среде сразу возникают нехорошие ассоциации. Когда-то в ней сгорел Валентин Бондаренко — один из первых наших космонавтов, потом погибли астронавты в первом «Аполлоне». И в обоих случаях виновата кислородная среда. Неужели нельзя было обезопасить их?**

— В этих случаях произошла резкая активизация среды, а мы, напротив, стараемся создать катализаторы, которые управляли бы процессом горения, делали его «мягким». В этом случае можно получать необходимые нам продукты. На самом деле все полимеры — это каталитические процессы. 90% химических технологий — наши процессы. Да, есть органический синтез, где не используются катализаторы.

— **Есть разделение на органическую и неорганическую химию. Вы принадлежите ко второй?**

— С точки зрения создания катализаторов — несомненно. В большинстве своем это неорганические материалы, хотя есть и исключения. При производстве лекарств, например. Основная масса катализаторов (не по числу, а по массе) связана с переработкой нефти, это неорганика. Но мы часто превращаем органические молекулы. Та же нефтепереработка, нефтехимия. Нефть — это чистая органика.



Рентгеновский фотоэлектронный спектрометр для исследования поверхности гетерогенных катализаторов. Фото: А.В. Соболевский.

катализаторы переработки нефти они не могут.

— **Можно подумать, катализаторы ценней, чем ядерное оружие?**

— Самые богатые компании все-таки нефтяные.

— **Но почему же они все время утверждают, что терпят убытки?**

— Что произошло в 1990-е гг.? Тогда министром науки был Б.Г. Салтыков. Он утверждал, что у нас слишком много науки, она не нужна, так как мы все можем купить за рубежом. Он сказал первым, а потом это стало генеральной линией.

— **Но нам не продадут катализаторы?**

— Продадут, но предыдущего поколения, не самые современные. А наши нефтеперерабатывающие компании привыкли, что все можно купить, и им привезут не только «железо», но и катализаторы. Более того, многие привозят, реактор вскрывается, туда загружают катализатор, реактор разгоняют, доводят до плановых параметров, а затем закрывают на большой амбарный замок. И говорится, что пошел гарантийный срок, и если мы обнаружим, что пломба нарушена, то все

— **Роль катализаторов постоянно возрастает?**

— Безусловно. По механизму действия катализаторов химическая реакция, которая протекает на катализаторе, оставляет его в неизменном виде. Число таких оборотов на катализаторе достигает миллиона.

— **Вечный двигатель...**

— Если говорить о нефтехимии и нефтепереработке, там катализаторы обычно служат долго — они стоят годами. Есть процессы, где их нужно постоянно регенерировать, но в других случаях этого делать не следует. Все по-разному. Оттого и катализаторов множество.

— **Вы лидеры в мировой науке, а почему мы отстаем в переработке нефти?**

— В США и других развитых странах за счет катализа формируется около 35% валового национального продукта, а у нас вдвое меньше. А происходит это именно из-за того, что у нас в процессе переработки нефти глубина извлечения ценных продуктов существенно ниже. И связано это прежде всего с политикой нефтяных компаний. В.Н. Пармон на протяжении последних 20 лет всех и везде убеждал, что Россия должна использовать катализаторы собственного производства. Когда ему вручали Государственную премию в Кремле, он в своем выступлении обратил внимание на то, что число стран, где существует полный цикл разработки и производства катализаторов нефтепереработки, меньше, чем число стран, способных производить ядерное оружие. Например, Пакистан имеет ядерное оружие, а производить

еще поколения, не самые современные. А наши нефтеперерабатывающие компании привыкли, что все можно купить, и им привезут не только «железо», но и катализаторы. Более того, многие привозят, реактор вскрывается, туда загружают катализатор, реактор разгоняют, доводят до плановых параметров, а затем закрывают на большой амбарный замок. И говорится, что пошел гарантийный срок, и если мы обнаружим, что пломба нарушена, то все

Мы выиграли Великую Отечественную войну не только потому, что развивалась серная промышленность, но и потому, что академик А.А. Трофимук нашел башкирскую нефть. Это позволило начать производство топлива для танков

обязательства компании — поставщика катализаторов нивелируются. Так они защищают свои интересы.

— **Ситуация меняется или нет?**

— Улучшается. Надо понимать, что каждой нашей разработке требуется определенное время, подчас даже несколько лет, чтобы стать промышленной. Это так называемая долина смерти, и в этот период кто-то должен профинансировать. Причем есть большие риски, поскольку не каждая разработка

может перерасти в технологию. Потому промышленники долгие годы закупали все за рубежом. Сейчас, когда пришли санкции, то, о чем Валентин Николаевич говорил всегда, случилось, и власть, и бизнес начали задумываться. Не продают нам ничего, надо свое производить. Приходят к нам: «Дайте катализатор!» Мы им в ответ: «Профинансируйте!» Они скидают, мол, раньше тех же французов не финансировали, а сразу покупали готовый продукт. Они забывают, что там институты-разработчики получили большие средства от правительства, а в цене продукта, что нам поставляли, заложены все затраты на его производство.

— **Какова главная беда науки? Не всей, а именно вашей?**

— Отсутствие востребованности экономикой России научных результатов. На Западе все четко определено. Тут очень важно: то ли у нас уже есть интересная компаниям технология, то ли мы начинаем с нуля на их финансировании. Во втором случае они имеют право сказать, что у них все права на новшество.

— **И таких работ больше?**

— Пожалуй, нет. Сейчас министерства стараются объединяться, создавать общие программы, в том числе в области переработки нефти. Это самое востребованное сегодня и довольно быстро дающее результат дело. И в этом есть острая необходимость. Почему мы выиграли Великую Отечественную войну? Не только потому, что развивалась серная промышленность, но и потому, что академик А.А. Трофимук нашел башкирскую нефть. Это позволило начать производство топлива для танков. Если танк не заправить, воевать он не будет. Стрелять, конечно, некоторое время он сможет, но уже не сдвинется с места.

— **Почему же власть не слушает ученых? Может быть, последние события — санкции и война в Сирии — что-то изменят?**

— Это понемногу происходит...

— **Авторитет института в Академгородке высок?**

— В пятерку первых вписаны твердо. Практическое направление видно отовсюду, да и зарабатывает институт неплохо. Количество публикаций и цитирования, чем сейчас любят измерять уровень научных учреждений, тоже вполне достаточное. Для международных контактов это важно: там узнают тебя по публикациям.

— **В Академгородке вы взаимодействуете со всеми институтами?**

— Конечно. Катализ — область науки, в которой присутствует не только химия, но и физика, математика, биология. Это междисциплинарная область науки. Наши аналитики, в частности, много работают с археологами. Своим студентам — а я преподаю в университете, у меня там есть кафедра — часто говорю: если вы еще не определились с будущей специальностью, займитесь катализом. Именно в нем

вы сможете удовлетворить все свои разнообразные интересы. Ведь по сути наша область — это физическая химия.

— **Ваши археологи находят хорошо сохранившиеся останки наших далеких предков. Что вы с ними делаете?**

— Разное. Проводим измерение радиоактивности углерода в археологических объектах, чтобы определить момент захоронения и их возраст.

— **К вам примыкает Институт экономики?**

— Конечно. Там есть член-корреспондент Валерий Анатольевич Крюков. Его специализация — как раз нефтегазовые комплексы. Каждый раз, когда с ним общаюсь, получаю массу интересных данных, в частности о том, как правильно использовать этот комплекс. Ведь надо не только добыть нефть и газ, но и тут же переработать.

— **Вы взаимодействуете с экономистами, которые все знают, а вынуждены жить по правилам, разрабатываемым в Москве «гарвардскими мальчиками», которые ничего не знают о реальной жизни?**

— Вопрос провокационный, потому что я не могу отвечать за них или за министерских людей, которые считают, что документы, подготовленные в Российской академии наук, можно не учитывать. Наверное, надо отовсюду взять лучшее, разумное и объединить. Однако сейчас нет диалога между разработчиками многих важнейших документов. Я таких отношений не понимаю. Очевидно, что вред наносится обеим сторонам. ■

Беседовал Владимир Губарев

СПРАВКА

Валерий Иванович Бухтияров

■ Директор Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, доктор химических наук, член-корреспондент РАН.

■ Родился 14 октября 1961 г. в Новосибирске.

■ Окончил Новосибирский государственный университет с отличием по специальности «химия» (1983).

■ **Спектр научных интересов:** изучение элементарных химических процессов на поверхности твердых тел, в том числе с использованием современных физических методов *in situ*, установление взаимосвязи «структура — активность» в гетерогенных катализаторах, разработка способов управляемого синтеза функциональных наноматериалов для каталитических приложений.

■ **Награды и премии:** лауреат премии им. М.А. Лаврентьева для молодых ученых в номинации «За выдающийся вклад в развитие Сибири и Дальнего Востока».



Академик **Валентин Пармон:**

Солнце в ладонях

Я

вспомнил строки А.С. Пушкина о солнце, как только узнал, что академик **Валентин Николаевич Пармон** стал лауреатом престижной премии «Глобальная энергия»:

Ты, солнце, святое, гори!
Как эта лампада бледнеет
Пред ясным восходом зари,
Так ложная мудрость мерцает и тлеет
Пред солнцем бессмертным ума.
Да здравствует солнце, да скроется тьма!

При чем здесь В.Н. Пармон? Дело в том, что один из главных его интересов в науке — солнечная энергетика. Именно об этом я и хотел с ним побеседовать. Но сначала я его поздравил с присуждением премии. Академик поблагодарил, а потом признался, что уже начал готовить выступление на торжественной церемонии.



Лауреат премии «Глобальная энергия» академик В.Н. Пармон. Фото: Ю.С. Позднякова.

— Что станет центральным пунктом в вашем выступлении?

— Впервые премия «Глобальная энергия» присуждена химику-каталитику. У нас крайне специфическая наука. Она имеет очень серьезное отношение к энергетике, но до сих пор об этом не говорили.

— Я понимаю, что в области катализа вам интересно и важно все, но у вас есть одна страсть, которую вы разделяете с академиком Ж.И. Алферовым...

— Да, это так. Традиционно исторически моя лаборатория называется «Лаборатория каталитических методов преобразования солнечной энергии». Хотя естественным образом ее тематика за многие годы изменилась, многое было передано в другие подразделения, но название лаборатории менять не хочу. Ради солнечной энергии 39 лет назад я приехал сюда, в Новосибирск.

— В 1977 г. это направление было не очень модным?

— Ситуация несколько иная. Интерес к солнечной энергии и нетрадиционной энергетике всегда начинает иницироваться энергетическими кризисами. Первый из них был в начале XX в. — 1901–1902 гг. Не могу сказать, чем это было обусловлено, но факт остается фактом. А в начале 1970-х гг. во время второго энергетического кризиса люди пересаживались на велосипеды. Именно тогда произошел взрыв интереса к солнечной энергетике. В 1972 г. нобелевский лауреат по химии академик Николай Николаевич Семенов опубликовал

в журнале «Наука и жизнь» большую и глубокую статью об энергетике будущего. В ней он очень четко поставил несколько задач, и одна из центральных — освоение солнечной энергии, поскольку она вечная, то есть будет существовать, пока есть Солнечная система. Одной из основных поставленных задач было создание искусственного фотосинтеза вне растений. Данные для этой статьи академику Н.Н. Семенову помогал подбирать мой шеф по дипломной работе Кирилл Ильич Замараев. Он разил меня этой проблемой. Я тогда оканчивал Московский физико-технический институт. Между прочим, был ленинским стипендиатом.

— Это хорошо характеризует то, каким студентом вы были...

— У меня было право выбора. Н.Н. Семенов создал в академии наук Совет по изысканию новых путей использования солнечной энергии, где у него было два заместителя: один по физике — Ж.И. Алферов, второй по химии — К.И. Замараев. В Новосибирск в Институт катализа мы переехали из Москвы большим гнездом. Замараев стал заместителем директора института, я — заместителем по его лаборатории. Нас было восемь ребят из Физтеха. Большинство из них на переезд сагитировал я, и эта группа стала основой моей будущей лаборатории. Задача была поставлена, но как ее решать, было абсолютно непонятно. И это, конечно, одна из интереснейших проблем для ученых.

— Пойди туда — не знаю куда, принеси то — не знаю что?

— Что надо принести, как раз было известно! Понятно, что поставленная задача была разрешима, но как ее решить...

— Почему известно?

— Растения это делают — фотосинтез. Задача: прямое преобразование солнечной энергии в энергию химического топлива. Моя докторская диссертация была первой на тему создания искусственного фотосинтеза. При работе параллельно выяснилось, что можно идти и другими путями, не копируя природу слепо. Фотосинтез использует кванты света, так же как солнечные батареи. Однако было обнаружено, что, используя катализ, преобразование энергии света в химическую энергию можно осуществлять более простым путем. Надо сконцентрировать солнечный свет и при высокой температуре провести запасающую энергию химическую реакцию, более простую, чем реакция фотосинтеза. Мы сделали соответствующее устройство, испытали его. Подобным путем пытались идти и за рубежом — в Австралии, Израиле, Испании и, помимо, даже в Америке. Но наше устройство по параметрам было уникальным. Испытания были проведены в Крыму в 1983–1984 гг. Наше устройство обеспечивало около 2 кВт полезной мощности при КПД использования солнечной энергии около 45%. Мы сами удивились, насколько эффективно оно

работало. Более того, после наших испытаний одна из очень серьезных военных фирм спроектировала, построила и даже представила на выставке реактор следующего поколения, более мощный.

— **Как называлась установка?**

— Солнечный каталитический реактор, СКР.

— **С чего вы начали в Академгородке?**

— Моя главная задача — получение водорода как химического энергоносителя. Оказалось, с помощью тепла можно создавать разные топливные смеси, насыщенные водородом. После успеха с СКР возник проект прямого преобразования атомной энергии в химическое топливо. При работе АЭС крайне нежелательно снижать мощность ее ядерных реакторов, иначе может произойти то, что случилось в Чернобыле. АЭС должны работать стабильно, устойчиво. А поскольку в течение дня использование электроэнергии очень сильно меняется, нужны мощные накопители энергии, куда будут поступать ее излишки. Поэтому было предложено использовать термохимические каталитические системы. Эти работы в основном велись в Западной Германии — там была создана система «Адам — Ева». Предполагалось построить высокотемпературный ядерный реактор, получать там перегретый гелий, направлять его на каталитический реактор и производить в нем обогащенный энергией синтез-газ. А его уже можно хранить как угодно долго и использовать как топливо в любой нужный момент. Идея хорошая, однако за исключением одного но. Гелий — это гелий, тем более перегретый до температур выше тысячи градусов. Его материалы не держат. Одновременно возникает и проблема химико-технологического характера. Когда идет работа с преобразователями энергии, очень важны габарит устройства и, следовательно, его энергонапряженность. Вот тут-то в данном проекте и появились серьезные сложности. То, что предлагали немцы, а потом и последователи в нашей и других странах, оказалось слишком громоздким и маломощным по сравнению с теми системами, которые создавали мы. Причем разница была

грандиозной — у нас было эффективней раз в 50! Дело в том, что мы предложили поместить катализатор непосредственно в активную зону ядерного реактора. Более того, было создано ядерное топливо, которое совмещает свои привычные свойства и свойства катализатора. Пористый оксид урана, оказывается, может работать как катализатор. Конечно, мы работали на имитаторах. У нас даже кандидатские диссертации сделали по этой теме. Мы готовы были пойти намного дальше, но тут случился Чернобыль. Нам сказали: ребята, близко к атомному реактору не подходите.

— **Жаль, ведь такая интересная работа!**

— Да, когда меня спрашивают о перспективах академической науки, я отвечаю: «На самом деле задача академии наук — проверка идей, выяснение работоспособности тех из них, которые в данный момент не востребованы, но через 20–40 лет, когда возникнут необходимые условия, ими можно будет заниматься». Академия наук — это и есть работа на будущее, ведь оно наступает так быстро! Когда Николай Николаевич Семенов создал научный совет по солнечной энергетике, солнечные батареи были абсолютно неэкономичны. Надо было понизить их стоимость в тысячу раз. Никто не верил, что подобное возможно. А сейчас в Испании они работают наравне с обычной энергетикой — там, по-моему, на них получают чуть ли 30% электроэнергии.

— **Может создаться впечатление, что вы, будучи директором, а теперь научным руководителем института, только этими экзотическими проблемами и занимались?**

— Конечно нет. Просто Солнце — мой любимый конек. Основное направление работ Института катализа — это, безусловно, химические процессы в промышленности. Все виды топлива получают с помощью катализа. Но вы сказали слово «экзотические». Действительно, есть направления, которые на первый взгляд весьма необычны для традиционного катализа. И их тоже удалось поставить в институте.

— **Например?**

АКАДЕМИК Н.Н. СЕМЕНОВ О БУДУЩЕЙ ЭНЕРГЕТИКЕ:

«Грандиозные перспективы откроются перед человеком, если мы научимся превращать солнечную энергию в электрическую с КПД, несколько превышающим тот, который имеет место в растениях. Солнце посылает на Землю столько тепла, что каждые две с половиной минуты можно было бы доводить до кипения такое озеро, как Севан... Кроме больших технических трудностей, решение этой задачи потребует значительной научной работы. Надо создать такие энергетические катализаторы, которые позволили бы с достаточной эффективностью трансформировать солнечную

радиацию в химическую энергию продуктов реакции. Природа создала подобные катализаторы в растениях в виде хлоропластов, содержащих хлорофилл. Они позволяют за счет солнечного света получать из углекислоты и воды богатые энергией органические вещества с выделением кислорода. КПД этого фотосинтеза в отдельных случаях достигает 10%. Надо найти искусственные катализаторы, действующие по этому же принципу, но имеющие КПД, скажем, в два раза больше. Я думаю, что задача эта при организованной и большой научной работе окажется разрешимой».

— Есть такое понятие — распределенная, или децентрализованная теплоэнергетика. Грубо говоря, это котельные небольшой мощности с очень жесткими требованиями по экологической чистоте и по возможности использования доступных видов топлива. Несколько лет назад было построено пять котельных на основе разработанных нами каталитических устройств, которые работали на отходах углеобогащения. Эти отходы — очень низкокачественный, а потому дешевый уголь. Прошла замена старых котельных на наши. И тут же выяснилось, что тепловая энергия стала в два-четыре раза дешевле, и главное — в котельной и рядом с ней можно дышать: воздух чистый.

— **Полвека назад я попал в Лондон. В тот день был страшный смог, не было видно даже вытянутой руки. Это из-за печей и сжигания угля. А теперь никто уже и не помнит, что такое случилось в городе регулярно.**

— Очистить дымовые газы угольных ТЭЦ тоже помог катализ. А идеи, как использовать катализ для непосредственного сжигания топлива, появились еще в 1930-х гг. Теоретические основы были разработаны еще тогда. Кстати, ими занимался наш первый директор Г.К. Боресков, но реальные котельные появились уже при мне. Мне кажется, это хороший пример того, что оригинальные, кажущиеся даже экзотическими идеи рано или поздно обязательно воплощаются в жизнь. Но многое зависит не от ученых...

— **Что вы имеете в виду?**

— Гримасы нашей рыночной экономики. История с каталитическими котельными идет волнами. В них можно сжигать все — щепу, опилки, уголь, древесину, жидкое топливо, газ и т.д. Наши котельные делала под ключ небольшая компания. А была она новой, неустоявшейся — достаточно было ее руководству переругаться, и все сразу прекратилось.

— **А где конкуренты?**

— С котельными все не так просто. Это бизнес не дешевый и достаточно рискованный. Мы предлагали его даже «Роснано». Кстати, на основе технологии, используемой в котельных, можно сжигать ил из водоочистных сооружений. Проблема очень острая, так как вокруг крупных городов уже образовались целые моря таких отходов. По сжиганию ила у нас пошел масштабный проект, который поддерживался крупной омской компанией «Мостовик». Все шло нормально, должны были сделать первую полногабаритную систему, но... «Мостовик» обанкротили. Российский бизнес крайне неустойчив. Мы в институте к этому привыкли — он у нас большой, есть и надежные заказчики. Но для нетрадиционных вещей найти надежных партнеров очень сложно.

— **А ведь для обывателя они важны, не так ли?**

— Конечно. Да и для экономики, которая держится не только на промышленных гигантах, но и на среднем и малом бизнесе. А он-то и неустойчив, к сожалению.



Искусственные соты для размещения катализаторов. Фото: Ю.С. Позднякова.

— **Тогда вернемся к глобальным, то есть устойчивым проблемам.**

— Мы, химики, остро чувствуем происходящую ныне серьезную смену сырьевого базиса для химической и топливо-энергетической промышленности. Посмотрим исторически. До XVIII в. основным сырьем были дрова. До XIX в. включительно — уголь. Потом все перешло на нефть. Поскольку она кончается, происходит переход на газ. Однако и его не напасешься. Нефтеперерабатывающие заводы в основном использовали легкую нефть, но сейчас ее мало. В Татарстане ребята чуть не плачут: у них легкой нефти почти не осталось, пошла тяжелая нефть, которую очень сложно перерабатывать. Нефтехимическому производству, где делают не топливо, а разную химическую продукцию, тоже надо переходить на новое сырье. Обычно как делалось: разгоняли нефть, получали низкооктановый бензин, который нельзя использовать как топливо, и часть его шла на получение мономеров — исходных полупродуктов для полимеров и пластмасс. Теперь же и низкооктановый бензин в дефиците, надо переходить на сырье, которое доступно в России. Это тоже каталитические технологии. Проблема огромная. Причем химикам надо работать мобильно. Катализ — это именно та наука, которая способна помочь выйти из кризиса подобного типа. Да, катализ — наука фундаментальная, но у нее очень широкий прикладной аспект. Власти и бизнесу это надо знать и учитывать при составлении планов развития экономики.

— **Разве этого не происходит?**

— Судя по премиям, которые мы получаем, надежда на это есть. В начале 1990-х гг. шел разговор об использовании растительного сырья. Это тоже часть солнечной энергетики.

— **На Западе это направление было модным.**

— Кстати, во многом для того, чтобы удержать население в сельской местности. Занять людей,

чтобы они не уезжали в города. Они начали этим заниматься лет 30 назад, мы тоже успели вскочить в этот уходящий поезд. Считаю, мы это сделали вовремя и достаточно успешно. По ряду направлений мы работаем вместе с европейскими партнерами. Они считают, что наши катализаторы в ряде процессов работают лучше, чем их катализаторы. Это актуально. Сейчас идет перевод автомобильного транспорта на системы с меньшими выбросами углекислого газа. А все протоколы по уменьшению выбросов углекислого газа — и Киотский, и Парижский — Россия подписала, значит, и в этой области мы не имеем права отставать. Считается, что растительное сырье идеально с точки зрения снижения выбросов углекислого газа, ведь оно из этого газа за счет фотосинтеза и получается. Сейчас могут ввести новые стандарты на авиакеросин. Одна финская компания уже выпускает ежегодно около 3 млн т топлива, полученного на основе растительных масел. Кстати, Россия поставляет такое масло в Финляндию, а там делают биоавиакеросин.

— **И чем же это опасно?**

— Мы в России биоавиакеросин не производим, хотя могли бы. Угроза же огромная. Если на авиакеросин введут новые международные стандарты, самолеты в России летать не смогут — авиапарк у нас импортный. Нельзя будет пользоваться нашим авиакеросином. Самолеты, которые будут прилетать сюда, надо заправлять по их стандартам, следовательно, топливо нужно будет закупать у них же. Нынешний кризис по сравнению с новым покажется детским лепетом.

— **Когда это может произойти?**

— Не исключаю, что в самые ближайшие годы. В Западной Европе, в той же Германии — знаю это не понаслышке — все уже готово к такому повороту событий: надо лишь нажать кнопку. И мы, химики, должны быть подготовлены к этому. То есть меняется сырье, меняются экологические требования, мы не должны этому удивляться, а сразу обязаны действовать. Институт катализа Сибирского отделения РАН гордится тем, что, когда возникла реальная необходимость иметь отечественные катализаторы для получения дизельного топлива по стандартам «Евро-5», мы в течение полугода с нуля сделали такой катализатор. Значит, научный потенциал есть.

— **Разве в этом существуют сомнения?**

— В советские годы Институт катализа был, по сути, в ранге министерства, мы курировали всю катализаторную подотрасль страны. Через нас шли все деньги на новые разработки, мы утверждали программы — и сами выполняли многие из них.

— **Как известно, вы работали эффективно. Что же плохого в такой организации?**

— Мы были одним из немногих межотраслевых научно-технологических комплексов (МНТК),

которые полностью выполнили свою задачу. Но в 1990-х гг. государственный контроль в зоне промышленных катализаторов исчез. Мы убеждали всех в течение 20 лет, что катализаторы — это не рыночный продукт, не товар, а стратегические материалы. Без них, пусть и имея сполна нефть, заводы не смогут произвести даже топливо. Но нас не слышали, пока не ударили санкции. И тогда в число четырех самых приоритетных задач импортозамещения поставили и обеспечение России отечественными катализаторами.

— **Когда же голос науки и ученых станет звучать громко и наконец-то будет услышан чиновниками?**

— Как известно, пока гром не грянет...

— **Вам комфортно работать здесь?**

— Очень!

— **Почему?**

— Здесь очень деловая обстановка. Академгородок создавался теми, кто хотел серьезно заниматься наукой. Этот принцип бережно хранится учеными-сибиряками до сегодня. ■

Беседовал Владимир Губарев

СПРАВКА

Валентин Николаевич Пармон

- Научный руководитель Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, доктор химических наук, академик.
- Родился 18 апреля 1948 г. в Бранденбурге (Германия).
- Окончил факультет молекулярной и химической физики МФТИ (1972).
- **Спектр научных интересов:** специалист в области катализа и фотокатализа, химической кинетики в конденсированных фазах, химической радиоспектроскопии, химических методов преобразования энергии, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, термодинамики неравновесных процессов.
- **Награды и премии:** орден Почета (1999), орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени (2007), медаль Франциска Скорины Республики Беларусь (2009), лауреат премии за инновации в катализе Европейской федерации каталитических обществ EFCATS (2005), лауреат Государственной премии России (2009) — премия за крупный вклад в развитие теории и практики каталитических методов глубокой переработки углеводородного сырья и использования возобновляемых ресурсов, почетный гражданин Новосибирской области, лауреат премии «Глобальная энергия» (2016) — за прорывную разработку новых катализаторов в области нефтепереработки и возобновляемых источников энергии, внесших принципиальный вклад в развитие энергетики будущего.



Академик **Валентин Власов:**

«Наша сверхзадача – создать эффективные технологии для медицины будущего»

В

Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН занимаются изучением биологических молекул и молекулярных механизмов, обеспечивающих функционирование живых систем, и созданием на их основе «интеллектуальных» материалов и устройств для медицины. Уникальность института — в междисциплинарных исследованиях и интеграционных проектах, а также, как говорит его директор академик **Валентин Викторович Власов**, в «привычке во всем идти до конца: от получения новых знаний до создания молекул с заданными функциями и различных медицинских приборов».

— **Валентин Викторович, давайте начнем с конца — с самого интересного, когда результаты проектов выходят в область медицины. О вашем лечебно-диагностическом учреждении много говорят, к вам едут лечиться даже из-за рубежа.**

— В нашем институте фундаментальные медицинские исследования ведутся в отделе, которым руководит заслуженный врач России профессор А.И. Шевела. Практической работой с пациентами занимается инновационная институтская компания «Центр новых медицинских технологий». Наше медицинское подразделение — логическое завершение цепочки научных исследований. Специализация — высокоточная диагностика, малоинвазивная хирургия, репродуктивные технологии с применением самых современных методик, в том числе разработанных в стенах нашего института. Несколько цифр, характеризующих работу компании. Ежегодно — 300 тыс. посещений. Более 1,5 тыс. высокотехнологичных хирургических операций. 30% областных квот на экстракорпоральное оплодотворение. У нас работают самые лучшие областные специалисты. Профессора А.И. Шевела и Г.И. Лифшиц



Академик В.В. Власов

исследуют связь генетических характеристик пациентов с заболеваниями, например такими, как хроническая варикозная болезнь. Наши программы по генетическому тестированию становятся все более востребованными. Мы определяем мутации, которые связаны с повышенной угрозой того или иного заболевания. Это основа прогностической персонализированной медицины, которая сейчас быстро развивается. Предупрежденный, как известно, вооружен. Человек,



В лабораториях ИХБФМ СО РАН работают и маститые ученые, и молодежь

которому известны возможные риски, может построить свою жизнь таким образом, чтобы не заболеть самому и уберечь от проблем свое потомство. Сейчас мы работаем с перечнем из сотни заболеваний, которые можно спрогнозировать с высокой степенью точности. Важно не просто установить, чем человек болен в данный момент, но и увидеть суть проблемы — особенности генов пациента подсказывают, как оптимизировать схему его лечения.

— **Вы первыми в стране и одними из первых в мире начали работу с циркулирующими нуклеиновыми кислотами, которые обнаруживаются в кровотоке. Что это дает?**

— Нуклеиновые кислоты могут служить маркерами заболеваний, по ним можно проводить диагностические исследования. Например, при опухолевом процессе нуклеиновые кислоты опухолевых клеток попадают в кровь. Найдены характерные циркулирующие РНК и ДНК, по которым можно судить о наличии опухоли. Это очень полезные маркеры. Если, допустим, новообразование маленькое и «сидит» где-нибудь в области мозга, то оно не фиксируется никакими другими методами, кроме как по этим маркерам. Причем их можно получить для исследования малоинвазивным методом.

— **Без биопсии?**

— Биопсию делают, когда уже известно, что опухоль есть. Процедура травматична, а иногда крайне затруднена — например, когда опухоль во внутренних органах или в мозге. Анализируя нуклеиновые кислоты крови, мы получаем важную информацию, никак не повреждая ткани.

— **Ваши специалисты недавно получили премию «Призвание» Министерства здравоохранения РФ за разработку метода диагностики нарушений иммунной системы.**

— Да, руководил исследованиями наш сотрудник М.Л. Филиппенко. Диагностика развития иммунной системы у детей помогает понять, правильно ли развивается ребенок и какие нужно принять меры, чтобы впоследствии у него не было тяжелых нарушений.

— **Вы сотрудничаете со многими медицинскими институтами, а компания «Биосан», созданная вашими сотрудниками, обеспечивает чуть ли не всю страну компонентами для производства медицинских диагностических систем.**

— Не только нашу страну. Такие системы на основе ПЦР экспортируются в Германию и Англию.

Компания «Биоссет» производит синтезаторы генов, востребованные во всем мире. Эта продукция экспортируется в 25 стран мира, включая США. Компания «ЭкоНова» производит широко известные жидкостные хроматографы «Милихром». Так что у нас есть хороший опыт разработки приборов. Сейчас мы обсуждаем с нашими партнерами-физиками сверхпроект: очень нужен российский секвенатор генов, без него мы в биологии и медицине — страна второго сорта. Есть идеи, есть интерес со стороны и бизнеса, и ученых, работаем.

— **Но, как вы говорите, самая главная задача — создание терапевтических препаратов для медицины будущего. Когда же это будущее наступит?**

— Мы активно над этим работаем. Наша конечная цель — разработка эффективных противоопухолевых, противовирусных и антибактериальных препаратов. Коллектив наших химиков под руководством академика Д.Г. Кнорре и доктора химических наук Н.И. Гриневой первым в мире начал работы по созданию геннаправленных терапевтических препаратов на основе олигонуклеотидов. Сегодня это направление — одно из центральных в фармакологии, его развивают многочисленные фирмы, уже разработаны препараты, которые пошли в практическую медицину. За этим направлением будущее медицины, и успешность его развития сегодня определяют химики. Во всем мире это сейчас приоритетное научное направление, а мы в таких исследованиях лучшие в стране. Одна из наших лабораторий была создана благодаря мегагранту, ее руководитель — нобелевский лауреат Сидней Альтман. Задача лаборатории — создать препараты для борьбы с лекарственно устойчивыми бактериями. С этой целью нашими учеными получены оригинальные, не имеющие

аналогов по свойствам модифицированные олигонуклеотиды, которые уже испытываются в биологических экспериментах.

— **Сейчас открылись новые возможности для создания геннаправленных терапевтических препаратов на основе систем геномного редактирования. Вы этим занимаетесь, пытаетесь «поправить» природу?**

— Да, мы включились в работы по этому направлению, наш химический опыт нужен для создания систем генетической коррекции с заданными свойствами. В основе метода лежит природная система, с помощью которой бактерии защищаются от своих врагов-бактериофагов. Когда происходит инфицирование бактерии бактериофагом, в ее клетке оказывается генетический материал вируса. Защитная система бактерии расщепляет вирусные нуклеиновые кислоты и потом использует полученные фрагменты для производства «интеллектуального оружия». Бактерия синтезирует РНК-копии этих фрагментов, и они, соединяясь с ферментом, расщепляющим ДНК, формируют комплекс, способный избирательно связываться с комплементарной последовательностью в геноме бактериофага и разрушать ее. То есть бактерии образовали крайне эффективную конструкцию для воздействия на заданные последовательности ДНК. На ее основе удалось создать системы для направленного внесения мутаций различной природы в заданные участки генома клеток высших организмов.

Системы устроены просто — это комплекс РНК, которая связывается с ДНК в нужном месте, и белка, который расщепляет ДНК. Разрыв ДНК «залечивается» репарационными системами клетки. При этом в зависимости от условий в место разрыва могут быть внесены разные виды мутаций.

Можно заменить нуклеотиды, можно убрать часть ДНК, можно добавить новую последовательность. Несколько лет назад возможность создания таких конструкций казалась фантастикой, а сейчас эти системы применяются в самых разных областях биологии и медицины. Возможности систем геномного редактирования просто фантастические. Например, есть такое тяжелое заболевание — мышечная дистрофия Дюшена. При этом недуге синтезируется неактивный белок и поэтому мышцы не работают. Заболевание стремительно прогрессирует, и ребенок, родившийся с этой патологией, вскоре оказывается реанимационным больным на аппарате ИВЛ. С помощью геномного редактирования можно будет поправить генетическое нарушение в мышечных клетках ребенка, и болезнь отступит. Причем для лечения это заболевание очень благоприятно: не обязательно исправлять геном всех клеток. Если ген будет откорректирован хотя бы в 2% клеток, этого достаточно, чтобы мышца работала. Эксперименты на животных показали, что технология лечения дистрофии Дюшена работает.

— **Но ведь геномное редактирование — не только подход к исправлению генов, но и возможный метод борьбы с вирусными инфекциями?**

— Да, он открывает возможность излечивать целый ряд хронических заболеваний, вызванных вирусом гепатита В, папилломавирусами, полиомавирусами и другими. Современные методы лечения больных с хронической инфекцией могут лишь облегчить течение болезни. Дело в том, что геномы упомянутых вирусов функционируют в клетках подобно собственным клеточным генам и обычные лекарства справиться с ними не могут. Системы геномного редактирования могут инактивировать



Марина Аркадьевна Зенкова,

доктор биологических наук, заведующая лабораторией терапевтических нуклеиновых кислот:

— Мы занимаемся разработкой противоопухолевых препаратов на основе нуклеиновых кислот, которые подавляют гены опухолей. Нами сконструированы перспективные препараты на основе двуцепочечных РНК, так называемых малых интерферирующих РНК. Разработаны эффективные средства доставки этих РНК в раковые клетки. Эксперименты на животных показали хорошие результаты, сейчас выходим на испытания препаратов.

Одна из наших неожиданных интересных находок — двуцепочечные РНК оригинального строения, стимулирующие производство в организме интерферона. Эти РНК эффективно подавляют процесс метастазирования опухолей.

Еще один перспективный проект, который мы реализуем совместно с Институтом фундаментальной и клинической иммунологии СО РАН, — разработка терапевтических клеточных вакцин. Эти вакцины, — пожалуй, наиболее многообещающий подход к лечению опухолей.

вирусную ДНК — просто порвать на части или внести мутации, делающие ДНК неактивными. Выглядит как волшебство, но это уже сегодняшняя реальность. Возможно, вскоре СПИД будет излечим.

— **Как это?!**

— Во-первых, можно создать редактирующую конструкцию, которая будет атаковать и разрушать геном вируса. В опытах на животных возможность такого подхода была показана. Во-вторых, можно сделать клетки человека устойчивыми к заражению, и такой подход уже опробован в клинике. Вирус иммунодефицита размножается в клетках иммунной системы. Чтобы попасть в клетку и заразить ее, он связывается с поверхностным белком клетки специальным рецептором. Был предложен такой метод: у больного берут костный мозг, и в геномы содержащихся в нем стволовых клеток вносят изменения, меняющие свойства белка-рецептора. И все! Клетки с измененным рецептором вирус заразить не может. После геномного редактирования клетки возвращают в организм пациента, они размножаются и формируют пул клеток иммунной системы, устойчивых к заражению вирусом.

— **Этот метод уже применяется?**

— В США несколько десятков человек пролечены таким образом. Результаты впечатляют. Мы сейчас на стадии фундаментальных исследований, работаем над созданием усовершенствованных систем геномного редактирования, которые надеемся внедрить в практику в не самом отдаленном будущем.

— **Известно, что главная проблема применения генотерапевтических препаратов, в том числе систем геномного редактирования, — доставка их в клетки. Нужны средства доставки. Вы этим тоже занимаетесь?**

— Да, сейчас это, я бы сказал, центральная проблема генотерапии. Препараты должны доставляться куда надо, в определенные клетки, и они должны попадать внутрь этих клеток. Системы геномного редактирования, да и все препараты на основе нуклеиновых кислот — большие молекулы и комплексы молекул. Сами по себе они в клетки не проникают. Один из путей решения проблемы — использовать в качестве средств доставки вирусы, которые умеют находить определенные клетки и доставлять в них свое содержимое. Но оказалось, что с вирусными препаратами связан целый ряд проблем, то есть их безопасность на сегодня не может быть гарантирована. Поэтому сейчас широко ведутся работы, направленные на создание искусственных векторов — средств доставки препаратов в клетки. Нами разработан ряд перспективных методов доставки в клетки нуклеиновых кислот. Один из вариантов — формирование наночастиц, содержащих препарат и молекулы, формирующие частицы определенного размера. Они несут на своей поверхности адресующие структуры. Есть идеи, как доставлять в клетки системы геномного редактирования, используя технологии получения наноразмерных гелевых частиц.



Нина Викторовна Тикунова,

доктор биологических наук, заведующая лабораторией молекулярной микробиологии:

— Один из проектов нашей лаборатории — создание терапевтических противовирусных антител. Нам удалось получить очень эффективный препарат, который успешно прошел доклинические испытания, — антитело, защищающее от вируса клещевого энцефалита. Сибирь и Дальний Восток — это области, эпидемически опасные по клещевому энцефалиту, добрался он и до европейской части России. Заболевание серьезное, нередко приводит к тяжелейшим осложнениям: речь идет о поражении центральной нервной системы и глубокой инвалидизации. Единственное специфическое средство, которое помогает, будучи использованным в первые дни после инфекции, — это препарат противовирусных антител, выделяемых из донорской крови. Однако препараты из донорской крови — не оптимальное решение вопроса, поскольку с ними связано много проблем в смысле безопасности. Кроме того, донорский препарат очень слабый, концентрация антител в нем низкая. Нам удалось создать методами геной инженерии гуманизированное антитело против вируса клещевого энцефалита, оказавшееся почти в тысячу раз эффективнее, чем донорский препарат. Ждем клинических испытаний, их полагается проводить, хотя препарат по определению безвреден для человека. Первая оценка безопасности была проведена незапланированно. Я ввела наш препарат себе, не заболела и ничего плохого со мной не произошло.

— **Слышала, вы разработали свой противораковый препарат.**

— В лаборатории В.А. Рихтера действительно разработан абсолютно оригинальный белковый противораковый препарат лактаптин. Препарат создан на основе пептида — фрагмента человеческого белка. Он совершенно не токсичен, действует только на раковые клетки. Поэтому когда говорят, что в России совсем нет своих оригинальных противораковых препаратов, не верьте. Они есть, и испытания идут успешно.

— **А что за работы по репарации ДНК, за которые сотрудница вашего института получила орден Академических пальм? Звучит поэтично...**

— Звучит обнадеживающе, я бы сказал. Лаборатория члена-корреспондента РАН О.И. Лаврик — ведущий коллектив России, занимающийся проблемами репарации ДНК. В лаборатории изучают белки, которые «залечивают» повреждения ДНК, вызванные различными факторами. Эти исследования сейчас актуальны по ряду причин. Оценка состояния систем репарации ДНК необходима при отборе персонала для производств, где используются токсичные материалы и источники излучения. Это специалисты, которые работают на атомных электростанциях, имеют дело с силовыми установками на подводных лодках, космонавты, которые полетят на Марс, шахтеры. Необходимо разработать средства, повышающие эффективность работы системы репарации ДНК для защиты клеток человека. Исследования показывают,

СПРАВКА

Валентин Викторович Власов

- Директор Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, доктор химических наук, академик.
- Родился 22 ноября 1947 г. в Новосибирске.
- Окончил Новосибирский государственный университет (1969).
- **Спектр научных интересов:** разработка методов изучения структуры и функций биополимеров с помощью химических модификаций и создание геннаправленных биологически активных соединений, действующих на РНК и ДНК.
- **Награды и премии:** Государственная премия РФ (1999), кавалер ордена Дружбы (1998).

что создание таких средств возможно. И наоборот, есть случаи, когда систему репарации надо выключить. Когда проводят лучевую терапию опухоли, раковые клетки защищаются с помощью своей системы репарации, чтобы исправить повреждения, нанесенные излучением. В этом случае нужны ингибиторы системы репарации — вещества, которые не позволят раковым клеткам восстановить свой генетический материал. ■

Беседовала *Наталья Лескова*

Второй наш проект, связанный с лечением заболеваний, — создание средств терапии на основе «интеллектуальных» препаратов-бактериофагов, поражающих определенные бактерии. Задача — решить проблему инфекционных заболеваний, вызванных устойчивыми к антибиотикам бактериями. Проблема эта нарастает во всем мире. Даже в США, стране с мощной медициной, ежегодно от лекарственно устойчивых бактерий умирают десятки тысяч больных. Один из путей решения проблемы — вирусы бактерий (бактериофаги). Когда-то Россия была лидером в изучении и применении бактериофагов в медицине. Несколько препаратов бактериофагов производится в настоящее время. Однако на практике применить их непросто. Дело в том, что бактериофаги очень специфичны. Каждый вид бактериофага способен поражать только строго определенные штаммы бактерий. То есть при лечении необходимо применять персонализированный подход, подбирать конкретный бактериофаг для конкретного пациента.

В нашей коллекции имеются оригинальные бактериофаги, мы расшифровали их геномы, изучили их белки и специфичность в отношении разных бактерий. Работаем над созданием искусственных бактериофагов методами синтетической биологии.

Еще один из наших медицинских проектов связан с лечением инфекций, возникающих при протезировании суставов.

Другой — с лечением «диабетической стопы». Рациональный подход к лечению таков: берется образец пораженной ткани, определяется, какой патоген стал источником инфекции, подбирается бактериофаг и вносится в очаг поражения. Вначале хирурги с нами работали просто от безысходности: были такие тяжелые случаи, что помочь пациентам с помощью терапии антибиотиками никак не получалось, приходилось идти на ампутации. Нашим первым пациентом стал мужчина 60 лет с диабетом, очень жизнелюбивый, но отягощенный целым рядом серьезных недугов. Нога была ампутирована до самого верха, и дальше пришлось бы убирать сустав, на что хирург идти не хотел. Решили попробовать наш метод — и мужчине стало заметно лучше. Через семь дней началась грануляция, и операции больше не потребовались. Он жив до сих пор.

Мы пролечили рационально подобранными бактериофагами десятки пациентов. Один из недавних случаев — внучка нашей сотрудницы. Малышка родилась с дисплазией дыхательных путей, ей поставили стент в гортань. Затем развилась хроническая пневмония. Лечили всем, чем могли, но ребенку становилось все хуже и хуже. Нам удалось подобрать препарат и с его помощью победить поселившийся в ее крошечном организме стафилококк и вылечить пневмонию. Сейчас девочка жива, здорова, активно растет и чувствует себя хорошо.



Энергия ПОД НОГАМИ

Член-корреспондент РАН

С.В. Алексеенко:

«Петротермальной энергии достаточно,
чтобы навсегда обеспечить человечество»



а столе у члена-корреспондента РАН **Сергея Владимировича Алексеенко**, директора Института теплофизики СО РАН, лежит странной формы обгоревший камень, похожий на метеорит. «Что это?» — спрашиваю, прикасаясь к его темному блестящему боку. «Это козел», — с улыбкой отвечает мой собеседник. Оказывается, так называют твердый угольный шлак, который забивает подовое отверстие камеры сгорания при охлаждении стекающего по стенкам топки жидкого шлака. Его отделяют и выбрасывают. Но этот получился красивый — жалко. Хотя дело не только в красоте. С.В. Алексеенко и его коллеги придумали целый ряд новых способов решения энергетических проблем человечества, и этот камень — побочный продукт реализации таких идей, ставший чем-то вроде музейного экспоната. И подобных чудо-экспонатов в институте множество.

— Сергей Владимирович, чем же занимается ваш институт?

— Институт теплофизики, как следует из названия, занимается проблемами теплообмена. Мы выполняем исследования, которые касаются процессов переноса энергии, импульса, вещества. Процессы переноса есть везде. Поэтому у нас профиль широкий и теплофизические исследования всегда востребованы. Институт был создан в 1957 г. в числе первых в Сибирском отделении РАН. Это вообще первый в мире специализированный институт по теплофизике. Основное приложение нашей науки и наши разработки связаны с энергетикой.

— До меня дошли слухи, что вы предлагаете использовать самую дармовую энергию, которая в буквальном смысле находится у нас под ногами.

— Да, совершенно верно. Сейчас это одна из основных наших идей. Удивительно, что в мире об этом мало кто знает. Многие говорят о геотермальной энергии, подразумевая горячую воду. Она есть у нас на Камчатке, на Кавказе. В действительности ее очень мало, поэтому в прогнозах ей отводится незначительный процент. Но есть еще одна составляющая геотермальной энергии — так называемое глубинное тепло. Соответствующий раздел энергетике называется петротермальной энергетикой. Имеется в виду тепло сухих пород, то есть это не вода. Сухие породы находятся на глубинах от 3 до 10 км, и это та глубина, которую сегодня



Так называемый козел, угольный шлак, который забивает топку при неверно выбранных режимах работы

технически возможно осваивать. Откуда в Земле берутся запасы тепла? Мы знаем, что ядро имеет температуру 4700° С. Теперь представьте, какова теплоемкость всей Земли. И поэтому можно считать, что такого тепла неограниченно много. Мой тезис — петротермальной энергии достаточно, чтобы навсегда обеспечить человечество.

— Откуда это известно?

— Имеется хороший опыт, прежде всего у американцев, и понятно почему. Дело в том, что существует громадная территория в США, весь Дикий Запад: Калифорния, Невада, Орегон, Юта,

Член-корреспондент
РАН С.В. Алексеев



Аризона, — где горячие породы очень близко подходят к поверхности Земли. На глубине 10 км во многих местах температура больше 350° С. Представляете, 350 градусов Цельсия? Именно поэтому особое внимание уделяется этой проблеме. Именитому Массачусетскому технологическому институту было дано поручение провести всесторонний анализ, который показал, что это самый перспективный вид энергии во всех отношениях. В том числе по экологии, поскольку у вас нет выбросов CO₂, вы просто из земли берете готовое тепло. Но самое главное — было посчитано, на сколько лет хватит американцам доступного глубинного тепла. Оказалось, что на 50 тыс. лет. Аналогичное подземное тепло есть и в других регионах, и его запасы столь велики, что фактически мы можем говорить о том, что человечеству его хватит навсегда. Это такая же природная энергия, как ветер или Солнце, но в отличие от них ее поступление никак не зависит от погоды. Правда, не везде горячие породы подходят близко к поверхности, где-то надо бурить глубже. Бывает, что достаточно бурить и на 4 км, если там температура, например, 250° С. А 4 км — это не проблема: сейчас стандартные нефтегазовые скважины достигают 5 км.

— **Как же можно добывать это тепло?**

— Схема очень простая. Бурятся две скважины: одна подающая, а другая принимающая — эксплуатационная. Между скважинами должны быть

проницаемые породы, чтобы вода прошла. Здесь так: их либо нужно найти (такое бывает редко), либо искусственно создавать. Методы создания искусственной проницаемости давно существуют — например, путем гидроразрыва пласта. Если подать воду под высоким давлением, раза в два больше гидростатического, то появятся искусственные трещины. Фиксируя их так называемым пропантом (типа обычного песка), формируют проницаемые пласты. Подобный метод освоен нефтяниками для повышения нефтеотдачи скважин. И так, через одну скважину подается холодная вода, а через другую вытекает горячая вода (или пар) вот с этими 350° С. При такой температуре обычная тепловая станция может работать с достаточно высоким КПД. Даже не нужно изобретать новое оборудование.

— **А если не 350 градусов, а меньше?**

— Тоже есть подходы. Например, бинарные циклы. Между прочим, Институт теплофизики первым в мире создал бинарную геотермальную станцию на Камчатке. «Бинарный» означает «состоящий из двух частей». Через первый контур прокачивается геотермальная вода из скважины. Если она не очень горячая, например всего 80° С, то не будет кипеть при обычных условиях. Тогда че-

Запасы глубинного тепла столь велики, что человечеству его хватит навсегда. Это такая же природная энергия, как ветер или Солнце, но в отличие от них ее поступление никак не зависит от погоды

рез теплообменник тепло передается во второй контур, где циркулирует уже не вода, а легкокипящая жидкость, например фреон или жидкие углеводороды — пентан, изобутан. Термодинамический цикл на таких теплоносителях называется органическим циклом Ренкина. Соответственно, требуется специальная турбина. Бинарная станция на Камчатке (Паратунская ГеоЭС) функционировала в начале 1970-х гг., затем ее закрыли, но до сих пор на нее ссылаются во всем мире. Недавно было решено возобновить деятельность по бинарным циклам на Паужетской ГеоЭС. Это будет первый в России бинарный цикл. Он принципиально важен

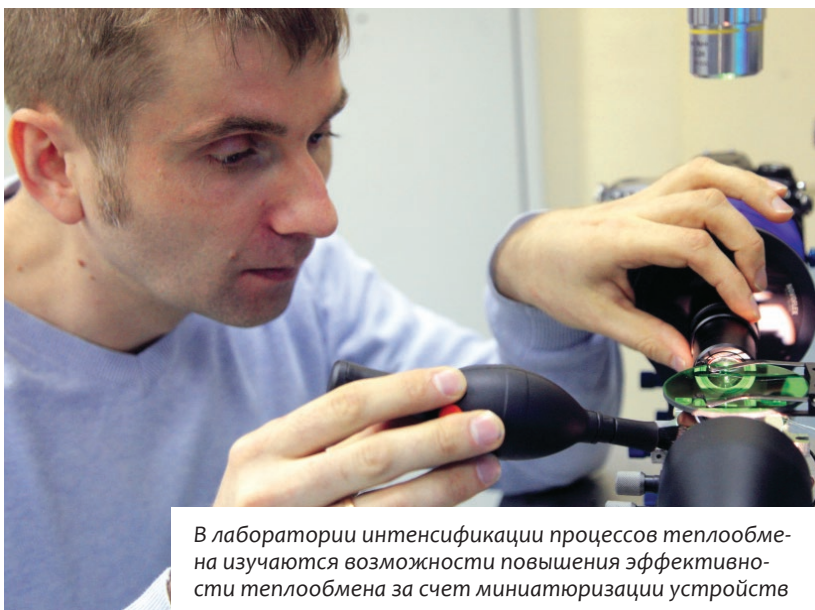
не только потому, что представляет собой одну из самых перспективных энергетических технологий, но и потому, что бинарный цикл можно использовать повсеместно в районах, где нет других источников энергии, например в Арктике, или где есть сбросное тепло предприятий. Для примера: в Томской области температура подземных горячих вод достигает 85° С. Такая температура вполне подходит для того, чтобы генерировать электрическую энергию.

— **Давайте немного пофантазируем и заглянем в будущее человечества, когда мы станем осваивать другие планеты, как предсказывал Циолковский. Можно ли будет использовать там этот способ получения электроэнергии?**

— Очень кстати вы упомянули Циолковского, потому что он как раз и был тем человеком, который еще в 1897 г. впервые предложил использовать глубинное тепло для обеспечения энергией. Да, это вполне возможно, если у планеты, которую будут осваивать люди, существуют горячее ядро, как у Марса, например. Но сегодня на первый план выходят другие актуальные задачи, в частности связанные с бурением и геофизическим мониторингом. Так, затраты на бурение составляют до 60% капзатрат при добыче глубинной энергии. Поэтому крайне важно развивать дешевые и скоростные способы бурения. На данный момент можно сделать выводы, что петротермальная энергетика — это реальность, а не фантастика. Опять сошлемся на планы США: к 2050 г. достичь 10% от всей установленной электрической мощности за счет глубинного тепла. Представляете? Это колоссальная цифра.

— **А как же остальные способы получения энергии? Они себя изжили?**

— Надеяться только на традиционные способы получения энергии из органического топлива уже нельзя. Так, угля, запасы которого максимальны, по оценкам хватит примерно на 700–800 лет. А вообще всех запасов органического топлива, включая газогидраты и уран для реакторов на быстрых нейтронах, будет достаточно при сегодняшнем потреблении на 3 тыс. лет. Но ближайшие перспективы — это, несомненно, разработка эффективных способов переработки и использования органического топлива. Для природного газа это парогазовые установки с максимально высоким КПД более 60%, которые массово вводятся во всем мире, а у нас их всего лишь несколько единиц. Для угля необходимо развивать методы глубокой переработки, такие как газификация и пиролиз с получением горючего синтез-газа и множества



В лаборатории интенсификации процессов теплообмена изучаются возможности повышения эффективности теплообмена за счет миниатюризации устройств

других полезных продуктов, что означает комплексное использование органического сырья.

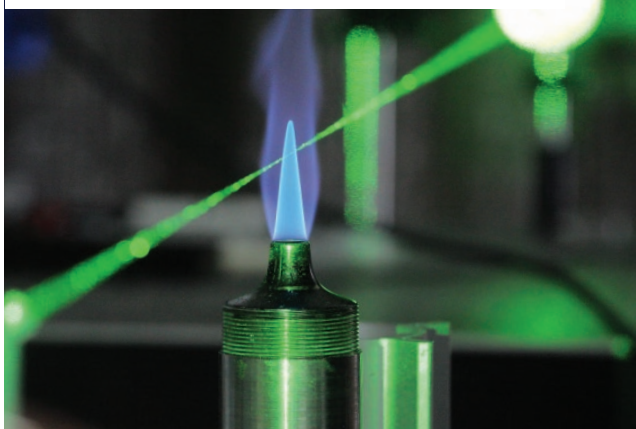
А вот более дальняя перспектива — это, конечно, солнечная энергия и глубинное тепло. При этом действовать нужно уже сегодня, потому что отставание недопустимо. Параллельно необходимо заниматься разработкой методов хранения энергии. Ведь многие возобновляемые источники имеют периодическое действие. Поэтому важны и топливные элементы, имеющие на сегодня максимальную эффективность. А явное преимущество геотермальных источников заключается в возможности непрерывного производства энергии.

— **Слышала, у вас есть предложения и по использованию отходов для энергетики.**

— Да, отходами тоже надо заниматься. Сейчас появилось новое понятие — «распределенная генерация», «малая энергетика». В России очень много отдаленных районов, где нет подходящих видов органического топлива. И поэтому нужно либо завозить их туда, либо использовать местное сырье, скажем, низкокачественный уголь или отходы древесины. В нашем институте предложено несколько технологий. Одна из них основана на сжигании так называемого микроуголя. Обычно уголь сжигается в виде пыли с частицами размером примерно 100 мкм. Все крупные котлы работают только на таком топливе. Мы предлагаем использовать более тонкий помол — до 40 мкм и даже меньше. Что это дает? Такой уголь горит почти как газ или жидкое топливо. А это означает, что мы можем заменять газ, абсолютно дефицитный в отдаленных районах. Здесь, конечно, идет разговор о малой энергетике. Достигается более высокий КПД, улучшается экология, снижаются габариты.

— **Но ведь мелкий уголь, насколько я знаю, взрывается подобно пороху.**

Для изучения структуры и свойств пламени и разработки эффективных методов управления процессами горения применяются методы бесконтактной лазерной диагностики



— Совершенно верно, и это первая проблема, связанная с опасностью. Вторая проблема состоит в том, что чем тоньше помол, тем больше энергозатраты. Так вот, первая проблема легко решается: устройство для помола необходимо размещать непосредственно перед горелкой, тогда нет нужды складировать микроуголь. А вторая проблема решается путем применения дезинтеграторов, позволяющих с высокой эффективностью осуществлять тонкий помол. Дезинтеграторы имеют очень простую конструкцию. Основные элементы — два диска с цилиндрическими «пальцами», которые вращаются в противоположном направлении, так, что «пальцы» проходят друг сквозь друга. Относительная скорость вращения составляет 6 тыс. оборотов в минуту. Здесь ломаться нечему. А результат — не только мелкий помол с низкими энергозатратами, но и механохимический эффект, вследствие которого увеличивается скорость реакций, а температура возгорания снижается. Из визуальных наблюдений следует, что механоактивированный уголь горит, как газ. А при сжигании частиц тех же размеров, но стандартного помола отчетливо видны треки медленно сгорающих частиц.

Возможно несколько применений. Первое — на котлах малой мощности можно заменять газ или мазут. Особенно это актуально при сжигании мазута: он дорог, труден для эксплуатации, особенно в холодном климате. Второе предложение — использовать для поджига и подсветки на крупных котлах, что уже успешно продемонстрировано на Беловской ГРЭС в Кузбассе. И третье — самое интересное предложение. Оказывается, если помол порядка 6 мкм, уголь можно сжигать в камерах сгорания для газовых турбин. Представляете,



В лаборатории низкотемпературной теплофизики создана уникальная фреоновая колонна для изучения процессов криогенного разделения газовых смесей

в газовых турбинах сжигать уголь! Были проведены испытания на нейтральных частицах — и никаких следов износа в течение нескольких тысяч часов эксплуатации. Весьма перспективно.

— А зачем вы занимаетесь водоугольным топливом? Разве это не считается чем-то неперспективным? Ведь при сгорании воды теряется энергия на испарение.

— Да, так считали. Но оказалось, что речь идет о 3–4% потери в КПД. Это совсем небольшая потеря при общем КПД 92% в сравнении со значениями 40–50%, характерными для большинства существующих угольных котельных малой энергетики

В топливных элементах основной источник энергии — водород, при окислении которого происходит электрохимическая реакция на электродах. На сегодня это самые перспективные источники энергии в силу экологической чистоты и высокой эффективности

и ЖКХ. А преимуществ куда больше. Водоугольное топливо можно доставлять по трубопроводам, а можно развозить, как жидкое топливо. Мы предлагаем именно последний вариант в качестве новой концепции. В итоге в котельной чистота, нет пыли, только бак для приема водоугольного топлива, да еще кавитатор для механоактивации. Мы впервые в мире разработали специализированный котел для сжигания водоугольной смеси. Главное достоинство — можно сжигать низкокачественные угли с зольностью до 30–40% и разнообразные

горючие отходы. А отходы углеобогащения — самая большая проблема угледобывающей промышленности в мире, обусловленная необходимостью хранить колоссальные объемы экологически опасных отходов. В котле осуществляется вихревой принцип сжигания с целью интенсификации теплообмена и достижения высокой степени однородности температур. Здесь используются высокие температуры и жидкое шлакоудаление. А жидкий шлак — всегда проблема, потому что чуть что, и он застыл. Как говорят энергетики, котел «закозлился». На первых испытаниях и у нас первый блин вышел комом. Получился этот оплавленный слиток, который теперь остался нам на память, — «козел». А сейчас мы придумали способ повысить температуру у сливного отверстия путем продувки горячими дымовыми газами. И теперь все проблемы решены — технология полностью готова для масштабного применения.

— **А что это у вас за черная коробочка, похожая на губку для обуви?**

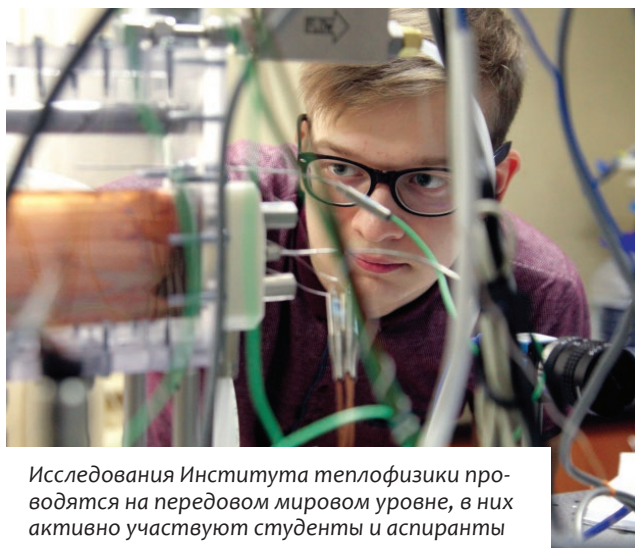
— Это топливный элемент, или электрохимический генератор. Принцип тот же, что и у любого аккумулятора или батарейки. Но здесь есть топливо, чем он и отличается от других электрохимических генераторов. Обычно в топливных элементах основной источник энергии — водород, при окислении которого происходит электрохимическая реакция на электродах. В результате генерируется электрическая энергия с высоким КПД, а единственный продукт — вода. На сегодня это самые перспективные источники энергии в силу экологической чистоты и высокой эффективности.

— **Но ведь водород тоже может взрываться...**

— Да, и это одна из самых актуальных проблем, особенно если дело коснется большой энергетики, где потребуются значительные объемы водорода. Тогда мы задумались: почему только водород? Ведь в таблице Менделеева есть энергоемкие металлы, в частности алюминий, а также некоторые неорганические вещества, например боргидриды — соединения бора с водородом. Одна из законченных разработок, в которой мы участвовали в рамках контракта с израильской компанией *More Energy*, как раз и представляет собой топливный элемент на боргидридах. Это безопасно и эффективно. Конструкция очень простая, но есть ноу-хау, конечно: два электрода, щелочной электролит, который используется в качестве переносчика заряда, вода и боргидрид. Вначале все компоненты находятся в трех изолированных маленьких герметичных емкостях.

— **Как это работает?**

— Открывается защитный элемент, нажимается крышка, все вещества поступают в свои камеры, и он начинает работать как электрохимический генератор. Этот топливный элемент может непрерывно подзаряжать мобильные телефоны



Исследования Института теплофизики проводятся на передовом мировом уровне, в них активно участвуют студенты и аспиранты

в течение суток. Конечно, пока не для энергетики. Но зато это первый в мире топливный элемент массового производства.

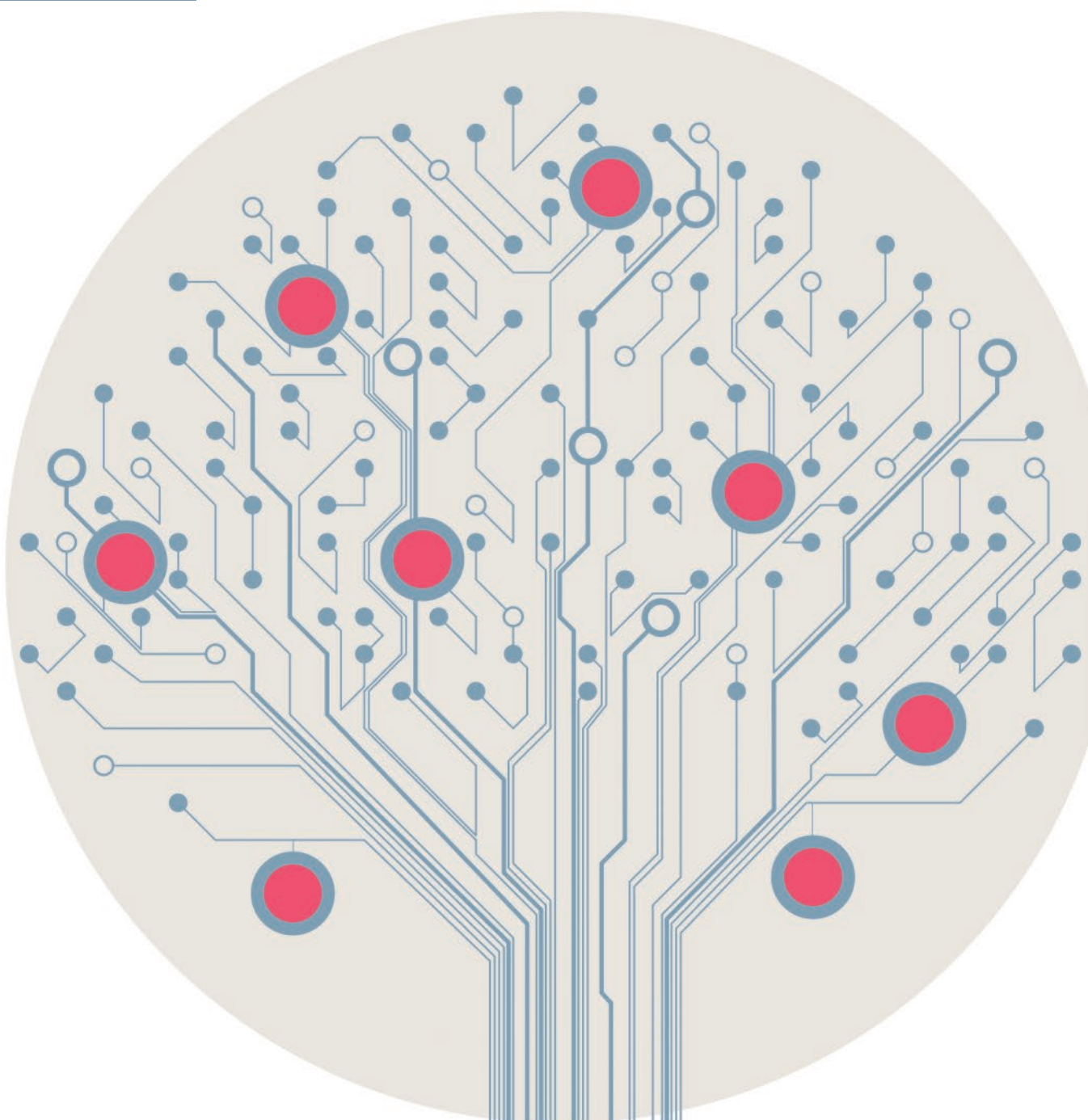
А в последнее время мы разрабатываем портативные топливные элементы на алюминии. Уже достигли мощности 100 Вт при рекордно высокой энергоемкости 300 Вт·ч/кг. Алюминий выступает одновременно и как топливо, и как анод. Получается простая и надежная конструкция. Воздушно-алюминиевый топливный элемент предлагается в качестве автономного источника энергии для многих приложений, включая условия Арктики. ■

Беседовала **Наталья Лескова**

СПРАВКА

Сергей Владимирович Алексеенко

- Директор Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН.
- Родился 30 мая 1950 г. в Славгороде (Алтайский край).
- Окончил физический факультет Новосибирского государственного университета (1972).
- **Спектр научных интересов:** развитие теплофизических основ создания современного энергетического и энергосберегающего оборудования, изучение процессов тепломассопереноса и гидродинамики в пленочных, закрученных и струйных течениях. В прикладном аспекте основные усилия направлены на задачи, связанные с созданием экологически чистой тепловой электростанции (моделирование точных процессов при сжигании газа, угля и жидкого топлива) и с разработкой нового типа устройств и методов для энергетики и энергосбережения, включая возобновляемые источники энергии.



«Власти должны понимать, что менталитет ученого совсем иной: его интересует новое, а не копирование уже известного».

*Член-корреспондент РАН
А.В. Латышев*

Член-корреспондент РАН **Александр Латышев:**

архитектура

[невидимого мира]

Н

аврное, пришло время, когда надо перестать читать фантастические романы — они уже не способны поражать наше воображение. Чтобы удовлетворить свою фантазию, почувствовать приближение чего-то необычного, а подчас даже и потрогать его, следует отправиться на очередную выставку достижений науки и побеседовать с учеными. Именно это я и сделал, открыв двери Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, где встретился с его директором членом-корреспондентом РАН **Александром Васильевичем Латышевым.**

— **Как оценивается уровень вашего института в России и мире?**

— Большинство разработок, которые делают у нас, находятся на уровне, близком к мировому. А некоторая часть из них задает тот самый мировой уровень, который мы имеем в виду. Это не бахвальство и не просто слова. Я два года работал в Японии, ситуацию в западном мире хорошо знаю изнутри. Был там профессором, учил специалистов. Смотрел, сопоставлял все — от подготовки кадров до создания новых технологий. То, что сейчас делают мои ребята, вполне сопоставимо с работами их коллег в любой стране. Да, в каких-то вещах мы отстаем. Это в основном касается технологий. Но это поправимо. Нам нужна кремниевая линейка, о ней принято говорить, что она создается инжиниринговыми центрами.

— **Раньше это называлось прикладной наукой, которая, по сути, была уничтожена в 1990-е гг.**

— Новые времена — новые названия, но суть от этого не меняется. Необходимо промежуточное звено между наукой и промышленностью. Это должны быть маленькие фабрики, а не предприятия-гиганты, которые, например, делают сотовые телефоны. Какое существует представление о науке? Считается, что ее результаты следует чуть ли не насильно внедрять в промышленность. Для

этого придумывают различные схемы, которые не работают. Став директором, я понял на примере своего института, что надо делать. У института есть своя ниша: это производство определенных новых материалов, которые не существуют в природе, однако необходимы. Они не нужны рядовому пользователю, но нужны заводам, которые будут потом выпускать продукцию, необходимую всем.

— **Звучит просто, но нельзя ли рассказать по-конкретнее?**

— Приведу простые примеры. В электронике сейчас используются пластины кремния. Есть еще материал — кремний на изоляторе. У себя в институте мы организовали его производство. Довели до совершенства, запатентовали. Передаем материал на завод, а там делают традиционную электронику, но радиационно стойкую. Для космоса, для решения оборонных задач. Такого рода материалов требуется немного, и мы способны ими обеспечивать в нужных количествах. Мы постоянно совершенствуем технологию, имеем возможности решать научные задачи.

— **То есть вы становитесь частью производства?**

— В определенной степени. Еще один пример. Традиционная электроника развивается по определенным законам: в частности, в течение двух лет



Член-корреспондент РАН А.В. Латышев

размеры устройств уменьшаются вдвое, а по мере того как совершенствуется литография, процесс уплотняется вдвое. Понятно, что рано или поздно мы подойдем к пределу, когда процесс остановится, — кремниевая электроника перестанет развиваться столь же стремительно, как это было раньше. Значит, нужно создавать новые материалы, которые помогут преодолеть этот барьер. И мы научились это делать. Мы берем пластины и, используя нанотехнологии, выращиваем на подложках эпитаксиальные пленки — «блины», которые поставляем промышленности. Это готовый продукт, и он используется в самых разных областях. Заказы у нас приличные, в прошлом году мы сделали почти тысячу пластин. Это хорошая серия, уже не маленькая. Работаем напряженно, чуть ли не в две смены.

— **«Печь блины» всегда сложно, тут требуются и мастерство, и определенные навыки...**

— Наше слабое звено: мы делаем все это на научно-исследовательском оборудовании. Оно обычно небольшое и не рассчитано на серийное производство. Да и с исходными материалами сложности. Для исследований нам их нужно немного, а когда счет пластин идет на сотни, ситуация меняется.

— **Вы пытаетесь выступать в двух ипостасях — и науку делать, и производство налаживать. Невольно приходит мысль о двух зайцах, за которыми трудно угнаться, не так ли?**

— Сложности, конечно, возникают. Промышленность переходит на крупные серии, и им нужны уже иные «блины», более крупные. Мы завалены письмами, где нас просят перейти на них, но для этого нужны новые установки. Короче говоря, когда потребность в новых изделиях невелика, мы готовы ее обеспечивать. Но ситуация меняется, когда начинается массовое производство.

— **Вы просто превратились бы из научного института в предприятие по производству этих уникальных «блинов».**

— Такая опасность существует. Мы стараемся работать гармонично. Пока ситуация в экономике такая, какая есть сегодня, надо приспосабливаться.

— **А где же рынок, бизнес?**

— Бизнесмены о нас знают, тянутся к нам со всей России — в этом легко убедиться, достаточно посидеть в моем кабинете несколько часов.

— **И что их интересует?**

— То, что они раньше брали за рубежом. Мы не любим слово «импортозамещение». Оно подразумевает, что одно надо заменить другим. Мы так не делаем, лучше бизнесу дать «импортоопережение».

— **Но им-то надо точь-в-точь?**

— Мы с этим боремся, поскольку такая философия не дает нам развиваться. А в нашей области замедление равнозначно отставанию навсегда.

— **Подобное представление существует в обществе по отношению именно к электронике. Насколько оно верно?**

— Оценки разные. По отношению к военной продукции оно ошибочно. В этой области мы не отставем, об этом свидетельствуют хотя бы системы С-300 и С-400. В оборонной области существует жесткая конкуренция. И опять-таки речь идет о предприятиях, способных выпускать продукцию такого же качества, как и наш институт. Заменить их мы не можем — наши люди просто не потянут такой объем работ.

— **Но об этом должны заботиться уже не ученые, а власти — не критиковать науку, а помогать ей.**

— Так должно быть, но пока такого нет. Власти должны понимать, что менталитет ученого совсем иной: его интересует новое, а не копирование уже известного. Приведу такой пример. У меня в Японии были аспиранты. Я объясняю им, что надо делать. Аспирант четко повторяет все, что я ему говорю. При чем каждый раз выполняет мое задание точно и аккуратно. Здесь у меня тоже аспиранты. Я им объясняю, что надо делать. Утром прихожу — все сделано по-своему. Я спрашиваю: в чем дело? Он в ответ: вы сказали промывать пять минут, а я промывал семь, потому что, мне кажется, так лучше...

— **Это и есть творчество?**

— Да, поиск нового. Это качество заложено в нашем человеке. Но это и проблема, так как

приходится почти всегда все начинать заново, да и стоит такое творчество подчас слишком дорого. Вот и приходится искать золотую середину.

— **Вам интереснее работать с японцами или с нашими?**

— Конечно с нашими! Кстати, когда наши ребята выезжают за рубеж, там их любят, потому что это грамотные специалисты, которые способны решать нестандартные задачи. У меня был один любопытный случай в моей научной работе на Тайване. Сломалось оборудование — электронный микроскоп. Оказывается, починить его может только наладчик, который работает на фирме, изготовившей этот микроскоп. А я разбираюсь в этой технике, там нужно было заменить один транзистор. Я его заменил. Это вызвало сильнейший ажиотаж: как это профессор смог сделать такую работу?! Мне тут же предложили зарплату в десять раз больше, лишь бы я остался работать на фирме. Пришлось долго объяснять, что я ученый и меня интересует совсем другое. Я много раз убеждался, что наше образование, наша подготовка специалистов намного лучше.

— **Вы имеете в виду здешний университет?**

— Да. Я школу оканчивал в Казахстане, поступил в здешний университет и остался в Академгородке навсегда. Преимущество НГУ в том, что здесь преподают ученые, которые занимаются реальными научными проблемами. Сейчас я заведу кафедрой физики полупроводников. Профессора читают лекции, ведут занятия, но в основном они занимаются наукой на мировом уровне. Следовательно, студенты получают знания высокого качества, да и пример им есть с кого брать.

— **Модель «образование плюс наука», созданная в Академгородке, оправдала себя?**

— Безусловно. Ребята, которые учились со мной и которые разъехались по разным странам, везде востребованы и добились хороших результатов. Конечно же, в основе их успеха образование, полученное здесь.

— **Вернемся к распространённому в обществе мнению, что «в электронике мы отстали навсегда». Что бы вы еще могли сказать по этому поводу?**

— А можно ли как-то охарактеризовать электронику Германии или Франции? Нет, конечно. Дело в том, что

процессоры для тех же телефонов делаются в мире на одной линии. Есть крупные фирмы, они на слуху, но основа, фундамент того, что они производят, общий, как ни странно это звучит для стороннего наблюдателя. Современную электронику я сравниваю с высокотехнологичным принтером, над которым работают много-много ученых, инженеров, технологов, в том числе и мы. Всем известно, по какому алгоритму пойдет развитие, какой файл вставлен и как «принтер» будет работать. Отдается распоряжение — «печатай», и система начинает действовать. Современная электроника — это машина, которая налажена.

— **Уже не фундаментальная наука, а прикладная?**

— Не люблю такое деление науки. Разработка современной электроники идет через дизайн-центры, разбросанные по всему миру, в том числе

Мы отстали лет на 10–15, но пускаться в погоню не следует. Надо идти иными путями, чтобы не отстать навсегда, а вырваться вперед

и в России. Вот, например, создал я новую микросхему. Я должен ее изготовить, то есть, используя библиотеку этого «принтера», встроить свою микросхему в существующую технологическую линейку. Этим занимаются люди, которые постоянно совершенствуют технологию «принтера». Сейчас уже понятно, что скоро будет достигнут



Настройка высокоразрешающего электронного микроскопа TITAN 80–300 (FEI) с корректором сферической аберрации с пространственным разрешением 0,08 нм для исследования атомного строения границ раздела и структурных дефектов



Вакуумная установка для формирования полупроводниковых систем пониженной размерности на основе плазмохимических и ионно-лучевых технологий для создания нового поколения элементной базы микро-, нано- и фотозлектроники

теоретический конец этой линейки, дальше развивать электронику в направлении геометрического уменьшения размеров транзистора будет невозможно — предел.

— Такое ощущение, что вас это не особенно интересует?

— Сейчас надо создавать совершенно другую электронику. Если речь заходит о традиционной электронике, нам, конечно, сложно сегодня догонять страны-монополисты, прежде всего США, Японию, Южную Корею. В России также имеется ведущий отечественный разработчик и производитель интегральных схем — ОАО «НИИМЭ и Микрон» в Зеленограде, входящий в список топовых фабрик в мире. Есть, конечно, и другие ответвления — создаются специальные «боксы», где производятся электронные устройства для конкретных целей. Например, для «Росатома» или «Роскосмоса» нужна электроника, с помощью которой решаются проблемы той же безопасности. Понятно, что речь уже идет не о массовом производстве. Подобных проблем немало, а потому и возникает множество мини-линейок — подчас для таких производств достаточно небольшой комнаты. В Японии это направление развивается стремительно, и это хорошо видно на всевозможных выставках. Мы отстали лет на 10–15, но пускаться в погоню не следует, это, на мой взгляд, дело безнадежное. Надо идти иными путями — не догнать, а вырваться вперед. Что, кстати, мы и делаем.

— А теперь, пожалуйста, подробнее!

— Надо создавать и использовать новые материалы, которых пока не существует. Простые расчеты показывают, что электроника будущего потребует такого объема новых компонентов, для получения которых в природе просто нет исходных материалов. Их нужно производить, но прежде их нужно придумать и сконструировать. Сейчас идет поиск именно в этом направлении: как и на чем построить электронику будущего, работающую на новых материалах и новых физических принципах.

— Ожидание новых революций в этой науке?

— Конечно. Поиск идет

в разных направлениях и очень широко. Особое внимание приковано к здоровью человека. Создается комплекс устройств, которые способны подсказывать, чего надо опасаться, как контролировать свое состояние и т.д. Люди гибнут от сердечных заболеваний, от онкологии. Как известно, надо выявлять признаки заболевания на ранней стадии, и это гарантирует выздоровление. Если это можно сделать с помощью электроники, почему нужно от нее отказываться?

Как известно, первые признаки сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний надо выявлять на ранней стадии, что гарантирует выздоровление. Если это можно сделать с помощью электроники, почему нужно от нее отказываться?

— Вернемся в нынешний день. Вы работаете на космос?

— Да.

— Американская электроника работает там десятки лет, аппараты уже летают к пределам Солнечной системы. Здесь же мы не имеем права так отставать?

— Мы можем решать и подобные задачи, связанные с радиационно стойкой электроникой,

но их нужно ставить! Вопрос упирается только в финансирование. Да, определенный разрыв существует, но базовая его причина не в отсутствии кадров, идей и даже оборудования, а в отсутствии целей. Если требуется — сделаем! В истории нашего института такие проблемы возникали не единожды, и не было ни одного случая, чтобы мы не справились с заданием.

— **В таком случае расскажите, как вы создаете принципиально новые материалы, о существовании которых уже сообщают серьезные научные журналы.**

— Есть разные технологии, их уже немало. Работаем в вакууме, используем материалы особой чистоты. Есть специальная наука по очистке этих материалов — этим занимаются химики. Если говорить образно, схема выглядит так: мы рассчитываем определенные свойства материалов — те, что нам требуются, — а потом создаются технологии, которые позволяют их получить. Есть ряд новых материалов, которых в мире нет, а популярность их огромна. Поэтому о нас и пишут разные «крутые» научные журналы. Впрочем, к их оценкам я отношусь спокойно. Был в жизни такой случай. Не буду вдаваться в подробности, но удалось обнаружить одно интересное физическое явление. Написал об этом статью, послал в журнал. Оттуда ответ: ничего подобного быть не может, вы где-то допустили ошибку. Послал в другой журнал. Там долго сомневались, но потом все-таки опубликовали. Через некоторое время японцы повторили эксперимент и подтвердили, что нами открыто очень важное и интересное физическое явление. Сейчас это одна из работ, которая цитируется больше других. Так что следует в первую очередь самим оценивать работы, а уж потом ссылаться на зарубежные издания.

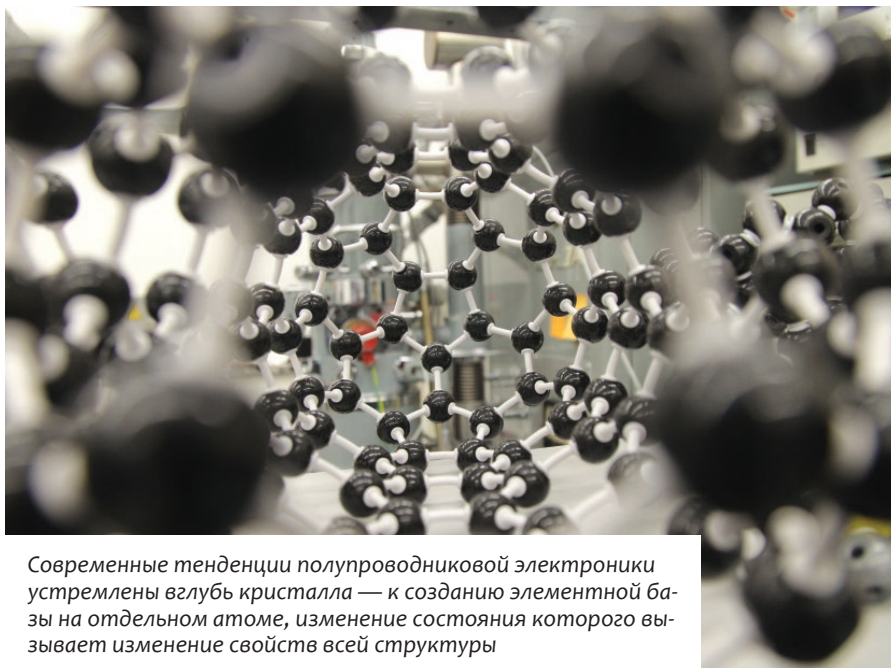
— **В ФАНО любят это делать. Кстати, какое оно к вам имеет отношение?**

— Оно нами руководит. Все документы мы посылаем туда на согласование. Бюджетные деньги идут от ФАНО, там и проверяют, как мы их тратим.

— **Что изменило для вас появление ФАНО?**

— Теперь вынуждены писать больше бумаг.

— **Не будем продолжать эту тему, скажу о другом. Вы печете «интеллектуальные блины». Хочу пожелать, чтобы в ваш институт пришла «интеллектуальная масленица», на который**



Современные тенденции полупроводниковой электроники устремлены вглубь кристалла — к созданию элементной базы на отдельном атоме, изменение состояния которого вызывает изменение свойств всей структуры

выпекались бы самые разнообразные «блины», и чтобы на нее стремились попасть из всех стран, где таких «блинов» нет.

— Если бы нам не мешали, такая масленица наступила бы гораздо раньше. ■

Беседовал Владимир Губарев

СПРАВКА

Александр Васильевич Латышев

■ Директор Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН.

■ Родился 4 января 1959 г. в Булаеве (Северо-Казахстанская область).

■ Окончил физический факультет Новосибирского государственного университета (1981).

■ **Спектр научных интересов:** исследование *in situ* структурных перестроек на поверхности полупроводников в процессах сублимации, эпитаксии и фазовых переходов, изучение структуры квантоворазмерных полупроводниковых систем методами электронной микроскопии атомного разрешения, развитие методов нанолитографии, осуществление комплексной диагностической и технологической поддержки многочисленных исследований в области нанотехнологий методами высокоразрешающей, сканирующей, отражательной электронной микроскопии, а также сканирующей зондовой микроскопии.

■ **Награды и премии:** премия Правительства РФ в области образования (2014).

**В**

Конструкторско-технологическом институте научного приборостроения СО РАН есть музей, где среди экспонатов — механизмы, похожие на зонтики, сигары, чашки... С первого взгляда и не поймешь, для чего они нужны. Оказывается, все это — модели сверхсложной высокотехнологичной аппаратуры, которая разработана в стенах института и в большинстве своем уже работает на благо человечества, о чем с нескрываемой гордостью рассказывает директор института доктор технических наук **Юрий Васильевич Чугуй**.

ЗОНТИК

ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ВЕЛИКАНА



Представьте рефлектор диаметром 48 м в виде гигантского зонта, состоящего из 12 спиц. Такие крупногабаритные трансформируемые рефлекторы требуются для работы на космических аппаратах в условиях геостационарной орбиты



Отладка нового изделия — совместная работа конструкторов и рабочих

— **Юрий Васильевич, правда ли, что изначально это был не институт, а конструкторское бюро?**

— В 1962 г. был создан конструкторский отдел научного приборостроения в Институте химической кинетики и горения СО АН СССР, а через десять лет он был преобразован в самостоятельное юридическое лицо. Сначала это действительно было конструкторское бюро, институтом мы стали позже. При этом мы не классический институт. Мы институт конструкторско-технологический, то есть максимально прикладной. Раньше такие институты были в отраслях, а сейчас структура, подобная нашей, — единственная в СО РАН.

— **Кто же ваши заказчики?**

— Среди наших заказчиков предприятия атомной промышленности по выпуску ядерного топлива для атомных электростанций. Сейчас это топливная компания «ТВЭЛ», куда входит Новосибирский завод химконцентратов. Это один из флагманов атомной индустрии. Для этого предприятия мы разработали и внедрили в промышленную эксплуатацию комплекс оптико-электронной аппаратуры для бесконтактного контроля геометрии компонентов топливных сборок (твэлов, дистанционирующих решеток и др.).

Второй важный заказчик — космическая корпорация, так называемая решетневская фирма, или АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева». Предприятие находится в городе Железногорске под Красноярском. Это высокотехнологичное производство высочайшей технической культуры. Начали мы взаимодействовать десять лет назад, уже имея большой опыт разработки и создания измерительной аппаратуры различного назначения, прежде всего для атомной промышленности, для железной дороги и горнодобывающей промышленности. Сегодня 85% спутников, которые запускаются в России, производятся как раз в этой фирме.

— **А почему они выбрали именно вас?**

— Прежде чем принять решение о сотрудничестве, фирма устроила нам своеобразный экзамен. Задача была поставлена нетривиальная. Надо было разработать в кратчайшие сроки (всего полгода!) недорогой измерительный комплекс на базе

распределенных датчиков расстояния (более тысячи сенсоров) для контроля геометрии антенны зонтичного типа. Такая антенна собирается и настраивается на Земле, потом, как зонтик, складывается в обтекатель, а на орбите по команде вытягивается штанга, которая и раскрывает антенну. Такие антенны нужны для спутников.

— **Эта система была введена в промышленную эксплуатацию?**

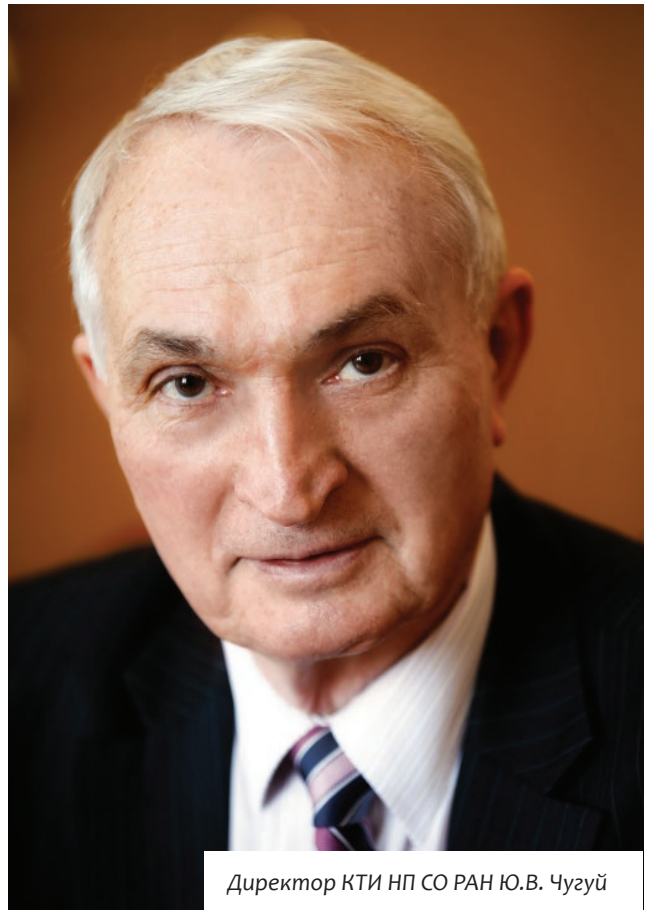
— Да, конечно. В одном из антенных цехов предприятия размещается наш действующий измерительный комплекс КТИ, который функционирует как штатное оборудование уже много лет. Его, кстати, демонстрируют гостям как пример эффективного сотрудничества производства с наукой. Такое название комплексу дали решетневцы, имея в виду первые три буквы наименования нашего института. Мы же расшифровываем по-другому, а именно «комплексный триангуляционный измеритель», что ближе к истине. А вообще для нас высшая оценка деятельности — это ввод наших систем в промышленную эксплуатацию. Далеко не каждый институт может похвастаться такими результатами.

— **Каково назначение спутников?**

— Спутники связи, исследовательские, военные, гражданские... А сами антенны приемные, передающие. Диаметр — 20 м. После того как мы в рекордные сроки выполнили этот заказ под руководством заместителя директора института А.Г. Верховляда (ответственный исполнитель — С.Н. Макаров), решетневцы приоткрыли нам свои «шлюзы» и мы начали выполнять более серьезные измерительные задачи. Например, задачу контроля раскрытия антенны, которая содержит множество управляющих «ниточек». Их нужно регулировать для обеспечения заданной формы антенны. Ввиду исключительной сложности конструкции необходимо до запуска антенны в космос промоделировать и проверить на Земле в цеховых условиях ее работоспособность, чтобы исключить нештатные ситуации на орбите. Для этого мы разработали специальную систему технического зрения на базе видеокамер, которые наблюдают за процессом раскрытия антенны. Благодаря этому мы располагаем всей информацией о положении каждого элемента антенны в огромном измерительном объеме. И если вдруг случился сбой, система на основе анализа измерительной информации может точно указать, в каком месте это произошло.

— **А что за чашки стоят у вас в музее? Наверное, не для чаепития?**

— Это следующий наш актуальный проект — лазерное микропрофилирование антенн в виде чашек, покрытых специальной пленкой. Цель этой операции — формирование заданной диаграммы направленности излучения. Достигается это путем абляции — испарения пленки в определенных



Директор КТИ НП СО РАН Ю.В. Чузуй

местах по заданной программе, в результате чего создается сложная картина, которая и обеспечивает требуемые фокусирующие свойства антенны. Такая лазерная технология производства антенн также внедрена в решетневской фирме.

— **Еще один ваш экспонат похож на сигару для великана...**

— Это модель проекта «ГВУ-600». Речь идет о системе управления тепловакуумными испытаниями в гигантской горизонтальной вакуумной установке диаметром 8–10 м. В эту огромную «сигару» объемом 600 м³, лежащую на боку, помещают для испытаний спутники. Камера фактически моделирует космические условия: вакуум, перепады температур и др. Например, если светит солнце, температура частей спутника может подниматься до +150° С, а если они находятся в тени, то охлаждаются до –150° С. Здесь важно понять, что происходит со спутником при таких условиях, как они сказываются на его работоспособности. Разработчики постарались создать комплекс имитаций с помощью нагревателей, охладителей, то есть весь спектр управления технологическим процессом. Он уже начал работать на космос. Причем мы это сделали всего за год. Зал, где помещается необходимое оборудование, в три раза больше площади вот этого кабинета.

Монтаж элементов активной системы обезвешивания для АО «ИСС им. М.Ф. Решетнева». На переднем плане — ведущий конструктор И.А. Накрохин.



Опытное производство КТИ НП — база для изготовления изделий любой сложности

В последнее время мы работаем над целым рядом новых проектов. Остановлюсь на двух из них. Первый называется «Обезвешивание». Речь идет об активной системе обезвешивания крупногабаритных трансформируемых систем при проведении наземных модальных испытаний. К числу таких трансформируемых объектов относятся антенны, солнечные батареи. Крайне важно знать их поведение в космосе, где они могут непредсказуемо колебаться, иногда быстро, иногда медленно. Все эти ситуации надо «выловить» на Земле, а для этого мы должны трансформируемый объект обезвесить. Это обеспечивается с помощью специальных стоек (их 24), на которые укладывается объект. При колебании объекта стойки четко отслеживают перемещение его фрагментов в пространстве с помощью размещенных на стойке подвижных трехкоординатных платформ. Таким образом исключается влияние силы тяжести на объект. В результате мы можем получить информацию о возможных колебаниях объектов в космосе. Это сложнейшая система. Проект находится в стадии завершения.

Второй проект — «Спица». Представьте рефлектор диаметром 48 м в виде гигантского зонтика, состоящего из 12 спиц, который используется в качестве несущего и формообразующего элемента. Такие крупногабаритные трансформируемые рефлекторы требуются для работы на космических аппаратах в условиях геостационарной орбиты. Каждая из спиц содержит три звена, вложенных друг в друга. Перед нами была поставлена задача создать высоконадежный малогабаритный механизм выдвижения звеньев телескопической спицы. Оригинальное решение этого механизма было предложено молодым конструктором Дмитрием Скоковым. Конструкция была высоко оценена решетневцами. В КТИ НП был изготовлен полный набор спиц для опытного образца рефлектора. Такой рефлектор был собран, и в АО

«ИСС им. М.Ф. Решетнева» был успешно проведен весь комплекс испытаний с участием специалистов института. Крайне важно, что этот механизм выдвижения может использоваться не только для телескопических систем широкого назначения, но и для различных устройств в сверхдлинных трубопроводах в качестве средства перемещения. Так что возможностей и планов у нас громадьё. ■

Беседовала *Наталья Лескова*

СПРАВКА

Юрий Васильевич Чугуй

- Директор Конструкторско-технологического института научного приборостроения СО РАН, доктор технических наук.
- Родился 25 августа 1945 г. в Приморско-Ахтарске (Краснодарский край).
- Окончил физический факультет Новосибирского государственного университета (1968).
- **Спектр научных интересов:** специалист в области оптической обработки информации, фурье-оптики, технического зрения, лазерной метрологии.
- **Награды и премии:** заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.
- Член международных обществ *OSA, SPIE, ISA IEEE, EOS*, с 2003 г. — член генерального совета Международной конфедерации по измерениям (ИМЕКО) и полномочный представитель от России на заседаниях генерального совета ИМЕКО. С 2005 г. — вице-президент Международного научно-технического общества приборостроителей и метрологов (МНТО ПМ), заместитель председателя Сибирского отделения Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова и председатель Сибирского отделения Оптического общества им. Д.С. Рождественского.



Профессор РАН **Сергей Головин:**

из пушки — на Луну...

и дальше

Наши теоретические знания, полученные в лабораториях, хорошо вписались в объяснения глобальных процессов в масштабах Земли



дин из самых удивительных институтов СО РАН — Институт гидродинамики им. академика М.А. Лаврентьева, сокращенно ИГиЛ. Но этот ИГиЛ работает исключительно на благо человечества. А удивителен институт тем, что, несмотря на водную тематику, обозначенную в названии, занимается он не только водой, но всеми волновыми процессами, происходящими в твердой, жидкой, газообразной среде и даже в плазме. Здесь изучают все — от движения крови в сосудах до образования галактик. И об этом — наш разговор с директором института, доктором физико-математических наук, профессором РАН **Сергеем Валерьевичем Головиным.**

— Сергей Валерьевич, ваш институт был основан академиком М.А. Лаврентьевым?

— Да, и здесь находится мемориальный кабинет Михаила Алексеевича, в котором когда-то заседал президиум Сибирского отделения академии наук, включая С.Л. Соболева, С.А. Христиановича и других основателей Сибирского отделения. Направления, которые и сейчас здесь развиваются, во многом связаны с теми, что заложил в свое время Михаил Алексеевич. Основное наше направление — это механика жидкости и газа. Вообще говоря, механика сплошной среды — общая наука и, хоть она и разделяет внутри себя гидродинамику и механику твердого тела, математические идеи и экспериментальное моделирование во многом близки друг другу. Поэтому с точки зрения науки твердое тело не всегда отличается от жидкости.

Еще одна тематика, которая тоже широко у нас представлена, — это быстро протекающие процессы. По-простому говоря, взрыв. Это взрывы конденсированных сред, то есть твердых веществ, и газовая детонация. Данное направление появилось тоже благодаря интересам Михаила Алексеевича Лаврентьева. Известно, что он первым предложил гидродинамическую теорию кумуляции, объяснив, по каким законам

происходит взаимодействие кумулятивной струи с преградой. Во время Второй мировой войны кумулятивные снаряды стали активно применяться для того, чтобы пробивать танковую броню, и процесс экспериментально был налицо, но никто не мог описать его математически. Михаил Алексеевич предложил рассматривать материал брони и облицовки кумулятивного снаряда как идеальные жидкости. Оказалось, что эта модель очень хорошо описывала экспериментально наблюдаемые факты. Но сначала это, конечно, вызвало непонимание. Как так: броня, металл, твердь, все могут постучать по ней кулаком, а вы описываете их при помощи модели жидкости? Но оказалось, что при больших нагрузках, при высоких энергиях и скоростях силы сцепления частичек металла уже не играют никакой роли, а существенными становятся законы сохранения, которые заложены в механике жидкостей. Это лишний раз говорит о том, что все сплошные среды едины и могут описываться при помощи схожих подходов.

— **Есть расхожая шутка из старого КВН, где команда Новосибирского университета в свое время охарактеризовала работу Института гидродинамики как «сварку взрывом, клепку газом и сборку трезвым». Сейчас это актуально?**



Профессор РАН С.В. Головин

— Сварка взрывом — это явление, которое было обнаружено случайно, во время упрочнения стрелок для трамвайных или железнодорожных путей. Упрочнение производилось при помощи взрыва. Было обнаружено, что при некоторых условиях соударяющиеся в результате взрыва металлы могут привариваться друг к другу так, что их невозможно потом друг от друга оторвать. Сначала это было расценено как нежелательное явление, но вскоре люди поняли, что его можно использовать в народном хозяйстве для сварки поверхностей металлов, когда это не удастся сделать традиционным способом. С тех пор тематика получила широкое развитие в России, и в мире. Сейчас она вышла за область научного знания и стала технологическим, инженерным знанием. Но, тем не менее, исторически данное направление зародилось именно у нас в институте.

Этим, конечно, наша работа не ограничивается. У нас ведется множество самых разнообразных исследований. Одно из недавно начатых связано с сотрудничеством с клиникой им. Н.Е. Мешалкина, всем известным НИИ патологии кровообращения. Хирурги спросили, не можем ли мы провести математическое моделирование и дать научную оценку тем экспериментальным фактам, которые они наблюдают во время операций. Поскольку

течение крови по сосудам, по тканям человека — это прежде всего гидродинамический процесс, то, естественно, можно задействовать здесь достижения науки. Известно, что Леонард Эйлер, один из первых ученых только что созданной в 1724 г. Российской академии наук, был приглашен по направлению физиологии, хотя был механиком и математиком, и знаменитые уравнения Эйлера, уравнения идеальной жидкости, были придуманы как раз для описания течения крови по кровеносным сосудам. Но с тех пор наука ушла далеко вперед, появились новые методики измерения, суперкомпьютеры, которые позволяют очень точно моделировать течение жидкости. Появились новые модели, подходы к моделированию. Сейчас мы можем на очень глубоком и детальном уровне проводить анализ всех этих процессов.

В результате родился интеграционный проект, в котором, помимо клиники им. Н.Е. Мешалкина, участвуем мы, Институт цитологии и генетики, Международный томографический центр СО РАН и многие другие организации, которые исследуют те патологии и нежелательные явления, которые происходят в организме и с которыми борются наши хирурги. В частности, это артериовенозные мальформации головного мозга, или аневризмы.

— Вы так бодро произносите сложные медицинские термины, хотя не врач...

— Я их уже пять лет произношу. Запомнил. Недавно была принята к публикации статья в *Journal of Fluid Mechanics*, одном из ведущих журналов по гидродинамике, в которой мы с коллегами предложили модель описания тех эффектов, которые наблюдаются при течении крови в головном мозге, в том числе при наличии артериовенозной мальформации. Это такая врожденная сосудистая аномалия, когда артериальная кровь непосредственно, минуя капиллярную сеть, попадает в венозные сосуды. При этом нарушается снабжение тканей питательными веществами, что вследствие разрыва сосудов и кровоизлияния приводит ко многим нежелательным последствиям вплоть до летального исхода.

Руководитель данного направления в нашем институте — заведующий лабораторией дифференциальных уравнений Александр Павлович Чупахин. В клинике им. Н.Е. Мешалкина было приобретено дополнительное измерительное оборудование, при помощи которого во время операции можно измерять скорость потока и давление крови непосредственно в кровеносных сосудах. Таким образом, с одной стороны, хирурги получают дополнительную информацию, которая позволяет проводить операцию оптимальным образом, с другой — для нас это бесценный экспериментальный материал, который показывает, каковы эти параметры в конкретных сосудах. Данные позволяют моделировать такие потоки на компьютере.

Другое направление связано с томографией взрывных процессов. Взрыв для нас выступает инструментом исследования и одновременно самим объектом, который мы исследуем. Все знают про рентген, флюорографию, когда можно внутренние органы просветить и узнать, что происходит внутри. Обычная флюорография — это доли секунды. У нас же задача та же самая, только сделать это в тысячу или в миллион раз быстрее, не за одну секунду, а миллион раз в секунду фотографировать какой-нибудь объект.

— **А зачем?**

— Допустим, это динамический объект. Тот же взрыв, то же формирование кумулятивной струи: когда вылетает струя, все происходит за микро-секунды. Если вы не успеете за эту микросекунду объект рассмотреть — все, он для вас уже не существует, вы видите только последствия, как, собственно, и было раньше. А так можно воочию, просвечивая его рентгеном, увидеть сам процесс и его изучить. Мы можем снимать рентгеновское кино.

— **И вы уже сняли такие фильмы?**

— Сняли.

— **И что конкретно смогли в результате изучить? Судя по таинственной улыбке, это секретные работы, военный заказ?**

— Оборонный заказ у нас тоже есть. Мы плотно сотрудничаем с российскими ядерными центрами в Сарове и Снежинске, которые напрямую занимаются поддержанием ядерной боеспособности оружия. А там очень много вопросов. И большинство из них связаны уже не с тем, как бы сделать бомбу помощнее, кого-то там догнать или перегнать. Вопросы гораздо более тонкие и серьезные — безопасность прежде всего. Всех волнует, чтобы этот ядерный боезапас вел себя предсказуемо. Нужен прогноз, что будет, если случится, например, пожар или другая неадекватная ситуация. Россия, Соединенные Штаты, все ядерные державы решают вопросы, связанные с безопасностью.

— **Наверное, у вас имеются какие-то задачи, связанные с изучением воды? Все-таки Институт гидродинамики...**

— Одна из таких работ — это крупный международный проект, куда вовлечено множество организаций, в том числе мы и Институт океанологии им. П.П. Ширшова. Работа посвящена исследованию течения антарктической воды, ее распространению по Мировому океану. Антарктическая вода холодная, поскольку находится рядом с полюсом. Так вот, оказывается, эта вода распространяется по донным котловинам Атлантического океана практически до экватора, и даже в районе Гибралтара можно найти ее следы. И это, естественно, сказывается на климате всей планеты, а значит, должно исследоваться. Котловины

заполнены холодной антарктической водой и соединены каналами; по этим каналам происходит переток жидкости из одной котловины в другую. Мощность течения по этим каналам превышает ту, что имеется у всех пресноводных рек вместе взятых. Много лет проходят экспедиции, исследующие эти течения. В них участвуют ученые из Института гидродинамики В.Ю. Ляпидевский и Н.И. Макаренко. Оказалось, что экспериментальные постановки и математические модели, которые были развиты в нашем институте, очень хорошо позволяют объяснять те натурные факты, которые мы видим в экспедиционных данных. Наши теоретические знания, полученные в лаборатории, хорошо вписались в объяснения глобальных процессов в масштабах Земли.

— **А что за грант Фонда Марии Кюри получил ваш сотрудник Евгений Валерьевич Ерманюк?**

— Это очень престижный грант для работы по изучению так называемых аттракторов внутренних волн. В океане существуют приливные волны, связанные с движением Луны, которая притягивает водные массы, и они совершают медленные колебания. Если на дне океана имеются какие-то неровности, хребты, возвышенности, то, взаимодействуя с медленными приливными волнами, они начинают генерировать внутреннюю волну. Эта внутренняя волна идет внутри жидкости, на поверхности мы ее не видим. Движение волн происходит по определенным законам. Когда она достигает свободной поверхности или какого-то другого препятствия, то от него отражается. Таким образом, получается некий бильярд,



Заместитель директора ИГиЛ по научной работе Э.Р. Прууэл

когда внутренняя волна распространяется под определенным углом к вертикали, отражаясь от различных препятствий.

Зачастую внутренние волны собираются в районе так называемых аттракторов. То есть они находят такую траекторию, двигаясь по которой, все время будут возвращаться на нее же саму. И здесь появляется очень интересный эффект. Медленные приливные волны после многократного отражения и попадания в эти аттракторы начинают возбуждать волны уже совсем другой частоты и амплитуды. Таким образом, происходит перекачка энергии из медленных движений в быстрые. Все это важно изучать потому, что процессы эти напрямую связаны с перераспределением питательных веществ по глубине океана, с переносом кислорода, с биоразнообразием. То есть все эти вещи взаимосвязаны. Эта тематика привлекает большое внимание во всем мире.

Организовывались экспедиции, которые должны были обнаружить эти аттракторы. Но как-то не получалось. Достижение Е.В. Ерманиюка состоит как раз в том, что он сумел получить аттракторы внутренних волн в лабораторных условиях и изучить их динамику. Была сконструирована специальная лабораторная установка, в которой эти аттракторы воспроизводились. Причем выяснилось, что они существуют очень недолго. В какой-то момент они начинают разрушаться в силу неустойчивостей, которые в них заложены природой, и это приводит к появлению специальной структуры, которая далека от идеальной.

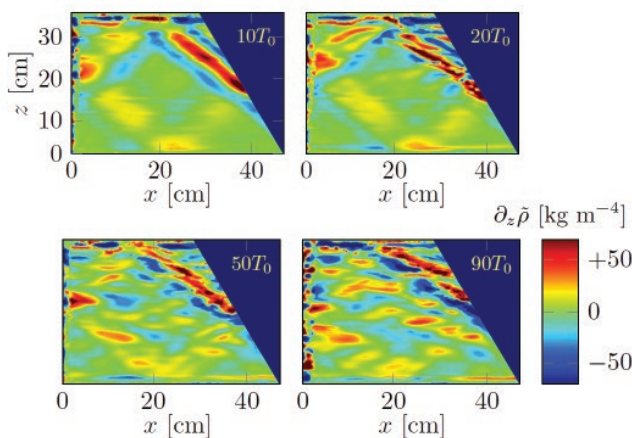


Основатели СО АН СССР (академики С.А. Христианович, С.Л. Соколов, М.А. Лаврентьев, А.А. Трофимук)

Данное исследование проливает свет на вопрос, почему все экспедиции по обнаружению аттракторов оказывались неудачными: именно потому, что аттракторы живут очень недолго.

— У вас есть лаборатория детонационных течений, изучающая газовую детонацию. Что это такое?

— Все знают, что, если зажечь зажигалку, мы увидим пламя, и горение пламени будет происходить со скоростью порядка нескольких сантиметров в секунду. Можно представить себе какой-нибудь газовый фонтан, турбулентное горение, где пламя грохочет, шумит, и такое горение будет происходить со скоростью порядка сотни метров в секунду. Но, оказывается, горение может происходить и со скоростью порядка километров в секунду. Это очень быстрое горение во фронте ударной волны, которая разогревает газ и инициирует горение. Сгорание, в свою очередь, ускоряет ударную волну, и оба процесса энергетически подпитывают друг друга. Быстрое горение и называется газовой детонацией. Представим себе ствол, заполненный газом, по которому проходит детонационная волна. Если мы будем повторять такой процесс раз за разом, то получим так называемый импульсный детонационный двигатель. А если во фронт детонационной волны поместить немного порошка какого-либо материала, то, во-первых, волна ускорит его до скоростей порядка сотен метров в секунду, во-вторых, сильно разогреет. Далее разогретый порошок вылетит из ствола и ударится о поверхность, которую мы поместим перед пушкой. Произойдет микросварка. Это идея так называемого детонационного напыления — технологии, которая позволяет напылять различные вещества на очень многие поверхности. Во всем мире очень серьезен интерес к этой тематике, потому



Развитие неустойчивости в аттракторе внутренних волн. Автор: Е.В. Ерманиюк.

Комплекс для томографии взрывных процессов при помощи синхротронного излучения. Автор: Э.Р. Прууэл.



по так называемой спиновой детонации, как раз и закладывают основы будущего детонационного двигателя.

Вообще гидродинамика — наука всеобъемлющая и неисчерпаемая. Гидродинамические модели и подходы используются не только в земных делах. Не зря же соответствующая специальность ВАК называется «механика жидкости, газа и плазмы», то есть имеется еще третье состояние вещества — плазма, или ионизированный газ. В основном все вещество во Вселенной находится в состоянии плазмы, это материал, из которого состоят Солнце и звезды. Все это описывается на основании тех же самых гидродинами-

ческих подходов, при помощи уравнений магнитной гидродинамики, которые основаны на идеях законов сохранения с применением соответствующих уравнений Максвелла. Не случайно те люди, которые умеют описывать взаимодействия нелинейных волн в океане (к ним относятся знаменитые волны-убийцы), рассчитывают и столкновения галактик или взаимодействие аккреционных дисков возле звезд. Поэтому, даже если работаешь в какой-то теоретической области, далеко от прикладных возможностей, очень часто находят выходы на практические вещи, крайне важные для нашей земной жизни. ■

что, варьируя параметры газовых смесей, ствола пушки, порошка можно наносить нужные вещества на нужные поверхности в оптимальных режимах. Эта тематика у нас активно развивается, работы по ней ведут В.Ю. Ульяницкий и его лаборатория детонационных течений.

— **Давайте вернемся к теме использования детонационной пушки в качестве двигателя. Это что же, новый тип двигателя?**

— Очевидный недостаток такого двигателя — то, что он будет вибрировать, а это приводит к различным нежелательным последствиям. Чтобы прекратить вибрацию, нужно сделать процесс непрерывным. Но как? Ответ опять же родился в стенах нашего института стараниями великого ученого Богдана Вячеславовича Войцеховского. Он в свое время решил: а давайте заставим детонационную волну бегать по кругу! И нашел технический способ это сделать, взяв два соосных цилиндра, и в промежуток между ними стал подавать то самое вещество, которое мы сжигаем. Это не новая разработка. Однако сейчас речь действительно идет о принципиально новом типе двигателя, который мы хотим усовершенствовать. Дело в том, что сгорание топлива в обычном режиме горения с точки зрения термодинамики — не оптимальный процесс. Оптимально как раз сгорание в детонационном режиме. В лаборатории динамики гетерогенных систем нашего института создаются научные основы турбореактивного двигателя, в котором горение происходило бы в детонационном режиме. Из-за термодинамических соображений такой двигатель работал бы более эффективно, чем все ныне существующие. Это означает и большие скорости, и экономию топлива, и множество других плюсов. Те экспериментальные исследования и расчеты, которые делаются в нашем институте

Беседавала **Наталья Лескова**

СПРАВКА

Сергей Валерьевич Головин

- Директор Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, доктор физико-математических наук, профессор РАН.
- Родился 25 марта 1974 г. в Чкаловске (Таджикистан).
- Окончил механико-математический факультет Новосибирского государственного университета (1995).
- **Спектр научных интересов:** механика жидкости, газа и плазмы, математическое моделирование в механике сплошных сред.
- **Достижения:** построение, классификация и исследование классов точных решений для нелинейных уравнений газовой динамики, гидродинамики и магнито-гидродинамики, доказательство теоремы об иерархии частично инвариантных решений, математическое моделирование процессов нефтегазодобычи.
- **Награды и премии:** лауреат премии им. 50-летия СО РАН.

Вместо сердца –

ПЛАМЕННЫЙ МОТОР

Академик **В.М. Фомин:**

«Медицина — это не наша
основная работа, а хобби.
Но хобби любимое»

И

нститут теоретической
и прикладной механики
им. С.А. Христиановича СО РАН
исторически занимается
аэрогазодинамикой, или, по словам
его научного руководителя
академика **Василия Михайловича
Фомина**, «всем, что летает, бегают,
прыгает и стреляет». Однако
разговор у нас получился сугубо

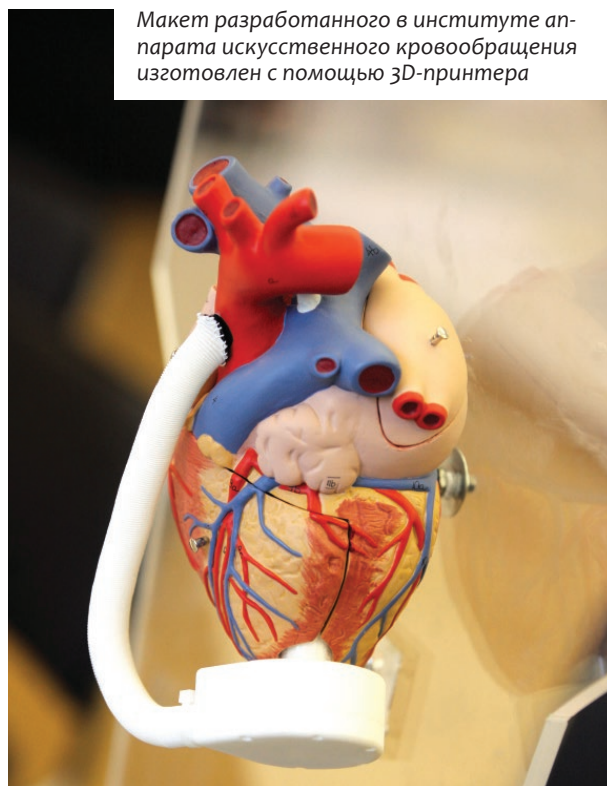
мирный. Главное хобби института — медицинские
разработки, способные спасти не одну сотню
человеческих жизней, — стало для его сотрудников
не менее важным, нежели основные задачи, для
решения которых в далеком 1957 г. институт
и создавался. Об этом и многом другом — наш
разговор с академиком В.М. Фоминым и его учеником,
директором института членом-корреспондентом РАН
Александром Николаевичем Шиплюком.



Член-корреспондент РАН **А.Н. Шиплюк:**

«Наследники всем известной системы залпового огня "катюша" и ракеты "Синева" — это и наша работа»

Макет разработанного в институте аппарата искусственного кровообращения изготовлен с помощью 3D-принтера



А.Ш.: Наш институт был одним из первых в Сибирском отделении. Его директор и основатель — академик С.А. Христианович. Он выступил также и одним из инициаторов создания Академгородка. Другого такого аэродинамического комплекса в академии наук нет. Прикладные работы ведутся в основном в интересах различных предприятий оборонно-промышленного комплекса. Например, наследники всем известной системы залпового огня «катюша» и ракеты «Синева» — это и наша работа.

Естественно, все это выпускают специализированные заводы, а наше дело — фундаментальные исследования. У нас есть уникальные трубы, обеспечивающие очень низкий уровень пульсации и турбулентности. Можно исследовать весьма тонкие процессы в пограничном слое. Как



Академик В.М. Фомин

там волны зарождаются, развиваются, приводят к тому, что пограничный слой перестраивается, становится турбулентным, как из-за этого меняются характеристики течения. На эту тему у нас было сделано очень много открытий — например, механизм перехода *N*-типа, различные способы воздействия на эти волны, управления ими.

— **Какое прикладное значение это имеет?**

А.Ш.: Наша мечта — сделать ламинарный самолет, которому неведома турбулентность.

— **Такой самолет не будет трясти?**

— Дело не в тряске. Переход из ламинарного течения в турбулентное, где сопротивление резко подпрыгивает, означает огромные затраты энергии, то есть нужны более мощные двигатели, а это большие выбросы разных загрязнений в атмосферу и т.д. Ламинарный самолет обтекается плавно, без возмущенного турбулентного потока. При этом сопротивление у него минимально, он не летит — плывет.

Еще одна проблема гражданской авиации — звуковой удар. Самолет, достаточно большой по своим размерам, летит со сверхзвуковой скоростью, и от него идут ударные волны, которые формируются в виде *N*-волны и падают на Землю. Как чувствуют себя живые существа на Земле, когда их накрывает такая волна? Плохо. Можно остаться без барабанных перепонок, оглохнуть.

— **Встречались с этим явлением. Ощущение мощного взрыва, в то время как самого самолета может быть не видно.**

— Потому что он уже улетел, а волна только пришла. А когда самолет большой, как ТУ-144, например, то и взрыв будет мощный. Стекла в доме могут вылететь. Так что это проблема номер один. Страна большая, летать надо быстро, а как решить проблеме, непонятно.

— **Вы придумали, как бороться с этим явлением?**

А.Ш.: Пока нет. Мы изучаем звуковой удар, то, как он образуется, предлагаем различные компоновки для такого самолета... Даже пытаемся разрушить ударную волну лазером — то есть самолет несет на себе лазерную систему, которая может в воздухе ее разрушить. В экспериментах это получается, а в жизни пока не пробовали. Не только мы — никто в мире еще такого идеального способа не придумал, даже американцы.

Еще мы занимаемся газодинамическими лазерами. CO_2 -лазеры — это аэродинамическая труба, но только с большим вкладом химической энергии. Сейчас мы используем процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, то есть с различными материалами, стараемся улучшить их свойства или получить новые материалы. В нашем институте открыто холодное газодинамическое напыление, используя которое можно получить металлические детали любой формы. Но дело не только в формах. Этим способом возможно получить материалы с принципиально новыми свойствами. Например, сейчас бронезилят весит 18 кг, а мы хотим получить значительно более легкий, вместо металла применяя специальную керамику.

Еще есть проблема космических аппаратов, которые сталкиваются с различными газами, разреженным воздухом, и это очень сильно влияет на то, как космическая станция будет летать. Под воздействием всех этих факторов скорость потихоньку снижается. Это происходит оттого, что отдельные молекулы газов ударяют и тормозят ее. Вторая проблема — загрязнение. Двигатели станции понемногу ее поворачивают, приподымают, и несгоревшее топливо возвращается и прилипает к ней, загрязняя ее поверхность. Эти проблемы мы тоже решаем.

В.Ф.: Для летательных аппаратов у нас давно уже создано математическое обеспечение. Приводнение знаменитой станции «Мир» просчитывали именно мы.

— **Как вы отнеслись к решению утопить «Мир»?**

В.Ф.: Отрицательно. «Мир» мог летать еще долго.

— **Каково это — просчитывать траекторию падения аппарата, если вы при этом активно против?**

— Это не просто. А куда денешься? Был госзаказ, и мы должны были его выполнить.

— Как вы оцениваете наши перспективы в космонавтике?

— Мы не отстаем ни в космонавтике, ни в ракетной технике. Вот и сейчас мы участвуем в разработке перспективного возвращаемого космического аппарата. Сегодня космос стал дорогим, поэтому аппараты делаются небольшие — не такие, каким был, скажем, «Буран». Будущее на данном этапе за малыми аппаратами, причем это общемировая тенденция.

— Василий Михайлович, как вышло, что вы вдруг занялись медициной?

В.Ф.: Это удивительная история. У нас в Новосибирске есть Научно-исследовательский институт патологии кровообращения им. академика Е.Н. Мешалкина, знаменитый на всю страну. В этой клинике, между прочим, делают 17,5% всех кардиологических операций по России — колоссальная цифра! В числе прочего там делают операции по пересадке сердца. Эту манипуляцию научились осуществлять очень хорошо. Сейчас уже нет проблемы, как пересадить сердце, однако есть проблема, где взять донорское сердце. Многие не доживают до своей операции, погибают. И вот однажды врачи попросили нас улучшить математическое обеспечение, которое стоит у них в томографах. Ладно, сделали. Потом вдруг они сказали, как бы невзначай: «Вот вы считаете себя аэродинамиками. А между тем NASA взяло и сделало насос для перекачивания сердечной крови». На слабо нас хотели взять.

— Не вышло?

В.Ф.: Конечно. Вообще говоря, задача стоит другая — сделать искусственное сердце, но пока этого еще никто не смог. Мы думаем об этом день и ночь. Но хотя бы перекачивать кровь из одного желудочка в другой, пока не нашелся подходящий донор, — это мы можем. Это временное протезирование, с которым люди иногда живут месяцами, а то и годами. Такие насосы раньше покупали в Германии и ставили здесь. Цена одного насоса — 250 тыс. Мы разобрали немецкий насос и посмотрели принцип действия. Все просто. Он работает, как мясорубка. В середине стержень, подвешенный на магнитном поле, который вращается с большой скоростью, порядка 10–12 тыс. оборотов в минуту, и перекачивает кровь. Мы, конечно, могли бы сделать такой же. Да и нашлись люди, которые стали производить аналогичные насосы в Москве. Но мы решили пойти другим путем — приспособить для дела наши вентиляторы.

— Вентиляторы? А для чего вы их разрабатывали? Для самолетов?

В.Ф.: Нет, для разных помещений. Если я вам скажу, как они раньше применялись, вы наверное, у виска покрутите: «Ну, совсем сумасшедшие...».

Мы их использовали для вентиляции коровников, свинарников, курятников. А что вы смеетесь? Вы заходили когда-нибудь в коровник? Там воздух такой, что любое молоко пропадет. Ни одна корова давать его не должна по определению. А в коровнике должно быть чисто, сухо, комфортно. Мы придумали такие вентиляторы, которые не просто гоняют воздух, а выполняют более сложные и многообразные задачи. Мы могли менять в помещении воздух определенным образом, не тратя на это лишнюю энергию. Выглядит это как стержень, на котором крутятся диски. Но самое главное — мы удаляли влагу, а вместе с ней и неприятные запахи. Влага конденсировалась на дисках, и все это выпадало в осадок. Это чисто наше изобретение, у нас на него есть патенты — и российский, и международный.

— Как же можно такой вентилятор использовать для сердца?

В.Ф.: Очень просто. Мы все просчитали и решили, что он вполне может перекачивать кровь. Сделали уменьшенную копию весом 150 г. Западные насосы — порядка 300 г, наш вдвое легче. Он успешно перекачивает 8 л крови в минуту. Эксперименты проведены, все прекрасно работает. Сейчас мы выиграли грант на это и делаем такие насосы для сердца.



Член-корреспондент РАН А.Н. Шиплюк

— **Вы уже их внедряете?**

В.Ф.: Нет еще. Осенью клиника им. Е.Н. Мешалкина собирается выйти на бычков, а уже потом, если все пройдет успешно, начнутся операции на людях.

— **Слышала, у вас есть разработки, помогающие предотвратить отторжение тканей после операции.**

В.Ф.: Да, сотрудники НИИ патологии кровообращения рассказали нам, что отторжение тканей после пересадки донорских органов — очень серьезная и распространенная проблема. И вот с помощью лазерной техники мы ее решили. Оказывается, если лазерный луч определенной частоты направить на ткань, то по характеру отражения можно определить, жизнеспособна она или нет. Если ткань мертвая, она отражает одним способом, а если живая — совсем другим. Совместно с Институтом автоматизации и электрометрии СО РАН мы сделали прибор, который позволяет врачу увидеть, причем очень быстро, во время операции, где мертвая ткань, и, соответственно, отрезать ее, а живую пришить.

— **А что за идея подачи лекарств в легкие?**

В.Ф.: Это тоже старая идея, родившаяся в стенах нашего института, когда в моду входили так называемые интеграционные проекты. Суть ее состояла в том, чтобы подать старые, давно известные и хорошо изученные лекарства через нос прямо в легкие, минуя желудок и основную кровотоку. А в легких, как вы знаете, есть альвеолы, которые моментально впитывают лекарство и разносят по организму. Мы вместе с медиками и биологами исследовали носоглотку, смотрели, как все это движется, и пришли к выводу, что такая доставка хорошо известных лекарств более эффективна, чем пероральная. Но эта идея, как я уже говорил, не нова. Сейчас мы посмотрели в исследованиях на мышах, что если очень мелко раздробить лекарство, сделав из него крошечные частички величиной порядка 20 нм, то оно будет проходить в легкие, нигде не оседая. И количество лекарства будет на несколько порядков меньше, чем при приеме через рот. Примерно в миллион раз меньшая доза имеет тот же эффект.

— **Какие заболевания предполагается лечить таким способом?**

В.Ф.: В перспективе возможности этого метода очень широки. Это и диабет, и рак легких, и пневмония. Но сейчас мы занимаемся туберкулезом, который, как известно, в России вновь поднял голову. Проходят лабораторные испытания на животных, а через полгода-год, надеюсь, начнутся эксперименты с участием добровольцев.

— **Вы рассказываете о медицинских проектах едва ли не с большим энтузиазмом, чем обо всем остальном.**

— Медицина — это не наша основная работа, а хобби. Но хобби любимое. Нам приятно, что наши разработки помогают многим людям. В конечном счете разве не для этого каждый человек приходит в науку? ■

Беседовала Наталья Лескова

СПРАВКА

Василий Михайлович Фомин

- Научный руководитель Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, доктор физико-математических наук, академик.
- Родился 5 ноября 1940 г. в Краснодаре.
- Окончил механико-математический факультет Казанского университета (1963).
- **Спектр научных интересов:** построение физико-математических моделей ударно-волновых процессов высокоскоростного соударения тел, воздействия продуктов детонации взрывчатых веществ на конденсированные среды, а также гетерогенных течений смесей газа с твердыми частицами применительно к проблемам аэродинамики, детонации и РДТТ.
- **Награды и премии:** государственная премия по науке и технике СССР (1981), премия Совета Министров СССР за работы в области механики (1990), премия Жуковского (с золотой медалью), орден Почета (2001), медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2008), орден Дружбы КНР (2004).

Александр Николаевич Шиплюк

- Директор института, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН.
- Родился 8 сентября 1966 г. в Барабинске (Новосибирская область).
- Окончил Новосибирский электротехнический институт по специальности «гидроаэродинамика» (1990).
- Член Российского национального комитета РФ по теории машин и механизмов, Национального комитета РФ по теоретической и прикладной механике, исполнительного комитета Международной ассоциации сверхзвуковых аэродинамических труб.
- **Спектр научных интересов:** создание уникальных стендов и установок, обеспечивающих при наземных испытаниях воспроизведение условий, близких к натурным; разработка методов моделирования волновых процессов в гиперзвуковых сдвиговых течениях.
- **Достижения:** установление нелинейных механизмов ламинарно-турбулентного перехода в гиперзвуковых пограничных слоях; экспериментальное открытие и обоснование нового метода стабилизации гиперзвуковых пограничных слоев с помощью покрытий с пористой микроструктурой, поглощающих ультразвук; создание на основе нанотехнологии нового типа термоанемометрического датчика с чувствительным элементом в виде полупроводниковой монокристаллической микро- или нанотрубки.



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия





Академик Михаил Эпов:

открытие

неведомых миров

Академик М.И. Эпов:

«Сейчас никто не будет вкладывать деньги, чтобы что-то получить через 30 лет. Горизонт планирования стал гораздо ближе»



Как известно, у большой науки две составляющие — явление природы, подлежащее исследованию, и человек, который этим занимается. С академиком **Михаилом Ивановичем Эповым** мы говорили и об освоении Арктики, и о работе геофизиков, и о поисках новых месторождений. Иначе и быть не могло — ведь ученые Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, которым руководит М.И. Эпов, всеми этими проблемами занимаются весьма активно, и без них освоение Восточной Сибири просто немыслимо. Однако в нашей беседе случилось то, о чем писатели могут только мечтать: академик открыл мне новые миры, неведомые, а потому прекрасные.

— Я заметил, что многие ученые в Сибири изучают свое прошлое. Почему?

— Убежден, что такое знание необходимо. В XVII в. сюда пришли казаки. Они осваивали эти земли. А наши корни по материнской линии — на Украине. Новые поколения должны знать, откуда они родом, как жили и что делали их предки, и тогда появляется ответственность за настоящее и будущее.

— Теперь понятно, почему вы вели археологические исследования на Уюке и в Монголии. Вы занимаетесь нефтью, поисками разломов в земной коре, фиксацией ядерных взрывов, землетрясениями, а тут раскопки древних могильников... Как-то несерьезно!

— Нет, это серьезно, и даже очень! Речь уже давно ведется о междисциплинарных исследованиях — мол, именно они дают новый импульс развитию разных отраслей науки. Наше сотрудничество с археологами — один из ярких примеров. Я постарался отыскать такую область, которая была бы далека от нашей. В это время я познакомился с работами академика Вячеслава Ивановича Молодина и его коллег-археологов. Они изучали могильники на Уюке. Там было около 500 объектов, а археологи могли в год исследовать не более двух-трех. Надо было им помочь, то есть определить курганы, где раскопки были бы эффективными. Мы разработали специальную методику поиска ледяных линз в курганах — именно там могли быть интересные неразграбленные захоронения.

Так и случилось. По нашим подсказкам археологи обнаружили ряд уникальных объектов. Захоронение «принцессы Уюка» они раскопали раньше, и это стало сенсацией в археологической науке. Однако возникли конфликты с местным населением. И тогда мы поехали в Монголию, где подобных проблем не было. Мы обследовали 15 курганов, три из них выделили. Там археологи нашли мумию скифского воина. Сейчас в Монголии для него построили мавзолей, и он там хранится.

— Вас не упрекали в том, что вы не ищете нефть и газ, как предусматривается самим названием института, а занимаетесь древностями?

— Наверное, упрекнули бы, если бы там не были получены выдающиеся результаты. Есть еще одна особенность, чисто лингвистическая. В названии института значит, что нам надлежит заниматься нефтегазовой геологией и геофизикой, но прилагательное «нефтегазовый» относится к слову «геология», а не «геофизика». Геофизика у нас вся, без прилагательных. А если серьезно, именно использование геофизических методов в археологии открыло новые возможности для той и другой отраслей — и это главное. Мы подтвердили перспективность и результативность междисциплинарных исследований. Ну а тематика работ института очень широка: это не только нефть и газ, но и рудные месторождения и целый ряд инженерных приложений.

— А как вы попали в институт?

— После восьмого класса я приехал сюда и был принят в физматшколу.

— **Он была создана академиком М.А. Лаврентьевым для одаренных детей?**

— Да, спецшкола появилась по его инициативе. Для меня приезд сюда был перемещением не только в пространстве, но и во времени. Здесь я впервые увидел телевизор.

— **Какой это был год?**

— Это был 1965 г. Там, где я жил, телевизоров не было. Они появились в тех районах лишь через 15 лет. А учили там неплохо, потому и попал в физматшколу, а потом и в университет. Учиться было тяжело — физика, математика и параллельно геология. Все на самом высоком уровне. Тогда ректором был академик Спартак Тимофеевич Беляев. Я считаю, что именно он заложил, расширил и укрепил основы нашего университета, который считается одним из лучших в стране. В 1973 г. пришел сюда, где и проследовал по всей научной лестнице — от младшего научного сотрудника, старшего лаборанта с высшим образованием до директора.

— **Главная цель создания такого института в Сибирском отделении — исследование недр Восточной Сибири?**

— В Западной Сибири уже были открыты огромные запасы нефти, и, казалось бы, ее должно было хватить надолго. Однако в то время смотрели вперед на три десятка лет, а потому такие же исследования велись в Восточной Сибири. Впрочем, 18 марта 1962 г. произошло событие, которое удивило всех. У села Маркова в Иркутской области пробурили скважину и получили так называемую кембрийскую нефть — очень древнюю. Фактически это была смесь почти чистых бензина

и керосина. По крайней мере те грузовики, что там работали, заправляли прямо этой нефтью. Все это вызвало большую эйфорию: мол, Восточная Сибирь — это безграничные возможности! Но вскоре оказалось, что в этих районах очень сложные горно-геологические условия. Дело в том, что примерно 90 млн лет назад произошел раскол Западно-Сибирской платформы и колоссальный объем лавы вырвался на поверхность, покрыв толстым слоем огромное пространство. Многие месторождения, вероятно, лежат под этой лавой.

— **Природная броня, своеобразная защита от человека?**

— Не всегда и не везде эту броню удастся пробить — геофизика бессильна. Да и природные условия в этих районах очень сложные: не только суровые морозы, но и сейсмичность. Кстати, газ там иногда содержит такое вещество — меркаптан. У него самый неприятный запах, который только существует на Земле. Люди не выдерживают — там, где газ с меркаптаном, нельзя находиться.

— **Можно ли сказать, что Восточная Сибирь изучена вами хорошо?**

— Знаем много, но далеко не все.

— **Известно, что проводились промышленные ядерные взрывы, в том числе и ради сейсмических исследований. Вы принимали участие в этих работах?**

— Сигналы наши геофизики принимали, обрабатывали. У нас был специальный отдел, который изучал по этим данным подземные глубины. Для фундаментальной науки польза, несомненно, была. Мы изучили строение земной коры Сибири до глубины порядка 70–90 км. Однако были и неприятные моменты. В частности, я был оппонентом по одной диссертации, связанной с Якутией. Там говорилось о негативных последствиях ядерного взрыва.

Для того времени подобные эксперименты были уникальными, поскольку у нас не было возможности заглядывать на столь большие глубины, которые открылись с проведением таких взрывов. Это был определенный бум в геологии, потом все это перешло к современной геодинамике, в которой утверждается, что преобладают не вертикальные перемещения, что плиты земной коры сдвигаются горизонтально. И это хорошо помогло развитию «теории



Крупнейшее в России газовое месторождение Бованенково. Фото: А.В. Соболевский.

мобилизма», как ее тогда называли. Так что геофизика давала большой массив достоверных результатов, на которых развивалась геологическая теория.

— Считаю, что напрасно закрыли эту программу. В Снежинске были созданы чистые ядерные заряды, а потому многие проблемы, связанные с безопасностью, были сняты. Однако американцы потребовали закрытия проекта, так как ничего подобного у них не было.

— Если не можешь догнать, брось камень в спину — может быть, впереди бегущий упадет...

— Перейдем к нефти.

Как складывается ситуация? Сегодня по понятным причинам все начали ею интересоваться.

— Запасы большие. Но сегодня все решает конкретная, я бы даже сказал, текущая экономическая ситуация. В советское время она тоже играла свою роль, но ее влияние было не столь велико, а поэтому поиски и разведка велись намного интенсивнее. Сейчас главное — экономическая реальность.

— Как ее измерить? То, что говорится сейчас, на мой взгляд, слишком примитивно. Возьмем Арктику. В советское время туда вкладывались огромные средства. В 1990-е гг. мы ушли из Арк-



Академики А.Л. Асеев (слева) и М.И. Эпов общаются с буровиками на одном языке. Фото: А.В. Соболевский.

они весьма неблагоприятны для науки. Геологоразведка, по моему мнению, будет уходить из Арктики, так как цена нефти слишком мала и добывать ее там невыгодно. Ну а военную инфраструктуру, конечно же, там развивать надо. В советское время Госплан мог выделять деньги далеко вперед, а потому в 1945 г. в Арктику уже были экспедиции, хотя, казалось бы, зачем это делать. А ведь на основе их результатов потом были открыты месторождения в Западной Сибири! Сейчас никто не будет вкладывать деньги, чтобы через 30 лет что-то получить. Горизонт планирования стал гораздо ближе.

Есть одна весьма важная геополитическая цель: установление внешней границы нашего российского шельфа. Это яркий пример того, как фундаментальная геология, подобно двуликому Янусу, оборачивается совершенно конкретной геополитической проблемой

тики, а сейчас пытаемся наверстать упущенное. Понятно, что в недалеком прошлом принимались ошибочные решения и за них следует платить. При чем здесь экономика как наука?

— Экономика как наука развивается своим независимым путем. Изменилось все, а потому нужно учитывать реальные условия сегодня, а не завтрашнего и послезавтрашнего дней. А сейчас

— **Сибирское отделение академии наук всегда курировало работы в Арктике. Какова там главная цель науки сегодня?**

— Есть одна весьма важная геополитическая цель: установление внешней границы нашего российского шельфа. Все доказательные построения там связаны с геологией. Это яркий пример того, как фундаментальная геология, подобно двуликому Янусу, оборачивается совершенно конкретной геополитической проблемой.

— **Но ведь уже давно доказано, что та часть Арктики, о которой идут нынче споры, принадлежит России, точнее Советскому Союзу.**

— Тогда споров не было — как известно, сильных боятся. А сейчас хотят все оформить юридически через ООН. И тогда, наверное, нам потребуется меньше сил, чтобы охранять границу в Арктике.

— **А Северный морской путь?**

— Это вторая очень важная проблема, и сейчас она становится главной: будет ли работать Северный морской путь? Ответ ищут в глобальном изменении климата.

— **Вы занимаетесь этим?**

— Конечно. На острове Самойловском в устье Лены поставлена станция. По указанию президента ее передали в наш институт, и мы там работаем вместе с немецкими коллегами. Там среда самая подвижная, очень чувствительная, а потому можно достоверно улавливать тенденции в изменении климата.

— **Что значит «подвижная среда»?**

— Даже при небольших изменениях климата происходят очень большие изменения. Это прекрасная лаборатория. Мечтаю такую же поставить в устье Енисея. Здесь тоже чувствительная к изменениям климата точка.

Мы не можем просто взять те технологии, что уже используем, внести в них незначительные изменения и применить их в Арктике. Здесь нужен принципиально другой, системный подход

— **Значит, надежда сохраняется?**

— Думаю, Северный морской путь будет работать, и это даст существенный прирост в экономике страны.

— **Здесь комплекс проблем: и метеорология, и моряки, и сверхнизкие температуры...**

— Это и называется междисциплинарными исследованиями. Как я уже говорил, они есть не только в Арктике, их много и в нашей повседневной жизни. Мы работаем, например, вместе с медиками — ищем методы экспресс-диагностики при хирургическом лечении острого панкреатита, есть некоторые успехи в этом деле. Об археологах я упоминал, существует много так называемых инженерных проблем.

— **Например?**

— Экология крупных городов, последствия работы горнодобывающей промышленности — там, где предприятия уже давно закрылись, а многочисленные следы их функционирования остались.

— **Назовите самый вопиющий случай.**

— Я считаю, что самая неблагоприятная ситуация у нас в Кемерове. Там были не только угледобывающие предприятия, но и большое число рудников с добычей полиметаллов. Остались так

называемые хвосты. Они содержат большое количество вредных материалов: мышьяк, кадмий, медь, ртуть и многие другие. Есть такая процедура — рекультивация. Обычно она сводится к тому, что «хвосты» сверху засеваются кустарником и травами. Как правило, они хорошо приживаются и образуется зеленый луг. Картинка красивая, глаз радуется. Но она обманчива! Окислы мышьяка, кадмия и другие начинают частично превращаться в водорастворимые формы. Они попадают в растительную, потом в животных и в конце концов в глобальную пищевую цепь. И такая рекультивация вместо пользы начинает приносить огромный вред.

— **Впервые об этом слышу...**

— У нас есть специальная лаборатория, которая этим занимается. Потому я говорю о реальных цифрах и фактах. Это не слухи, а серьезные исследования.

— **И что делать?**

— Мы разрабатываем разные способы, как правильно и безопасно проводить рекультивацию.

— **То есть перерабатывать «хвосты»?**

— Конечно. Но делать это не так просто, как кажется на первый взгляд. Приведу пример. Там есть озера растворов медного купороса. Практически это жидкая руда. Технология переработки самая простейшая, а потому бизнесмены с радостью займутся этим делом. Однако после ее переработки останутся свои «хвосты», содержащие в том числе кадмий, который нужно перевести в водонерастворимую форму.

А это сложный и дорогой процесс, потому бизнес сразу же «скидает» — прибыль оказывается не столь высокой, да и получить ее сложно. Наши усилия направлены на то, чтобы создавать полные циклы переработки «хвостов». Это сложная экологическая проблема. Ведь конечная цель — химически нейтральные продукты.

— **Это возможно?**

— Конечно, однако требуются немалые средства, и частный бизнес пока на это не идет. Необходимо частно-государственное партнерство, и примеры у нас уже есть. Так, в Белове долгое время работал очень необходимый для народного хозяйства свинцово-цинковый комбинат. От него в большом количестве остались «хвосты». А люди продолжают жить... Чуть не сказал, начитавшись разных документов, «население».

— **А в чем разница?**

— Во всех бумагах, связанных с экологией, пишется «население». При такой словесной подмене создается ощущение обреченности. Когда я встречаю этот термин, понимаю, что район неблагоприятный. В Белове, к счастью, и государство, и бизнес выделили приличные средства, чтобы перерабатывать отходы. И мы это делаем.

— А при чем здесь геофизика?

— Часто хвостохранилищами становятся озера. Но это видимая их часть. А под дном есть большие объемы пропитанных разными солями грунтов, да и трещины, по которым эта опасная «грязь» может растекаться. Разломы-трещины могут вести к речкам, ручьям. Вот мы и картируем подземную структуру этого района. Что такое отвалы? Обычно это овраг, перегороженный искусственной насыпью-плотиной, чтобы отходы не распространялись. Мы исследуем плотину, определяя, не просачиваются ли сквозь нее вредные вещества. Аналогичная задача стоит и по плотинам ГЭС, в частности по той, что находится рядом с Академгородком, — я имею в виду Обское море. В течение многих лет эксплуатации связующая часть — глина и другие соединения — постепенно вымывается, так что остается только скелет. Образуется своеобразное решето, через которое постепенно просачивается вода. Опасный процесс? Безусловно. И его нужно контролировать, что мы и делаем. Обычно у нас такими делами занимаются молодые сотрудники.

— Почему именно они?

— Они мобильны, а делать такую диагностику необходимо быстро. Обычно этим занимаются три-четыре человека. Они берут оборудование, садятся в машину и едут. Как правило, заказчики хотят получить сразу все результаты и заключения. Нашим ребятам обычно удается их полностью удовлетворить. Особая ситуация в Новосибирской области, да и в целом по Западной Сибири, с подземными водами. В них много железа. А нужны источники чистой питьевой воды. Наши ребята ее ищут. Ситуации случаются разные. В Колывани, неподалеку от Новосибирска, есть женский монастырь. Монахини пользовались водой, которую возили на большое расстояние из Оби. Они обратились к нам за помощью. Наши сотрудники нашли источник питьевой воды прямо на территории монастыря.

— Понимаю, почему вы своих ребят надоумили помочь местному монастырю. Вы считаете такую работу полезной для них?

— Они учатся жизни, поскольку общаются с разными людьми. Ну и получают определенный опыт по бизнесу. Это малый бизнес, основанный на наших фундаментальных научных результатах. А подчас они способны решить и очень большие проблемы. Недавно президент России торжественно открывал новый мост через Обь. Но мало кто знает, что все могло закончиться катастрофой, — во время эксплуатации моста могли возникнуть непредвиденные ситуации, если бы не наши геофизики. Мост стоил порядка 4 млрд руб. Опоры ставились на скальный грунт. Одна из опор была спроектирована так, что должна была оказаться вблизи края скального выступа. Проектировщики



Академик М.И. Эпов

не знали, что там край, а мы при обследовании это выяснили и предупредили их об опасности. Опору сдвинули на 50 м.

— Мне кажется, обсуждая ситуацию в науке, обязательно нужно приводить подобные примеры, чтобы люди понимали, насколько важна нынче наука и что нам без нее просто невозможно жить.

— Геофизика — наука очень широкая. Она распространяется на огромные глубины. И у нас получено много интереснейших результатов по тем процессам, что проходят на глубине порядка тысячи километров. Но такие данные очень трудно проверить. Если на поверхности геофизик работает и выдает результат, то археолог (с них мы начали нашу беседу) с помощью лопаты проверяет его в тот же день.

— Подобное единение представителей разных отраслей науки, в том числе далеких друг от друга, — особенность вашего Академгородка?

— Здесь можно очень быстро собрать самых разных специалистов. Несколько раз я организовывал такие команды. Нужны химики — я пошел в Институт катализа или Институт органической химии, нужны математики — они в соседнем здании,

геологи — на соседнем этаже... Мы общаемся, хорошо знаем друг друга. Если возникает какая-то проблема, я знаю, к кому надо обратиться. Конечно, в Москве или Питере все это тоже можно сделать, но там потребуется масса времени и различных согласований.

— **Как вы оцениваете прошлое СО РАН?**

— Мой взгляд отличается от привычного.

— **Это прекрасно!**

При любой реформе, в которой не определены для многих научных сотрудников конечные цели, получается почти так, как говорили эсеры: «Движение — все, цель — ничто»

— Я прошел здесь путь от школьника до академика. Принцип движения был известен: «мы за цену не постоим». А ценой часто были люди. Во время войны это, возможно, и было оправданно. К сожалению, «неудачники» — а это были в силу случайного или закономерного стечения обстоятельств подчас очень умные люди — уходили в социальные низы. Ютились в общежитиях или даже попадали в психбольницы. Система была весьма сложна, но в ней явственно проступали феодальные черты. Она была детально стратифицирована по многим параметрам, но определяющий состоял в положении на научно-иерархической лестнице. Для каждого существовал свой слой: кандидаты могли иметь такие-то продукты, доктора — другие, члены-корреспонденты — третьи, а на вершине — академики и руководители. Это касалось

не только продуктов, но и жилья, и многого из того, что обычно называют жизненными благами. Нагрузка на ученых росла, и получалось, что низовая часть во многом работала во имя идеи, а ею пользовались, не отдавая должного усилиям молодых сотрудников. Не могу сказать, что так было везде, но так было.

— **Но это стимулировало конкуренцию?**

— С точки зрения дарвинизма все правильно: выживали сильнейшие. Однако я имею в виду социальное неравенство, хотя в обществе утверждалось прямо противоположное.

— **Так была устроена вся система.**

— В науке это проявлялось очень сильно. Это был самый мощный мотор. И поэтому здесь буквально с пустого места начинали возникать научные школы, и развивались они очень быстро.

— **Можно ли сказать, что Сибирское отделение академии наук на протяжении многих лет символизировало развитие науки в стране?**

— Конечно. Сюда приехало очень много талантливых людей, которые поняли, что в Москве им сложно пробиться. Яркий пример — академик Г.И. Будкер. В столице ему никогда не дали бы развернуться, а здесь он создал великолепный институт, ныне — жемчужину Академгородка. Не потому, что Москва косная, просто здесь открывались новые возможности. В 1960–1970-е гг. был взлет науки в Сибири, а следовательно, и в стране. В науку потянулись люди. Был большой приток талантов, потому что люди почувствовали, что в науке можно жить интересно и хорошо. Спустя некоторое время появилась прослойка людей, которые делали науку, но не горели ею. Они были профессионалами.

— **А в науке надо гореть?**

— Здесь была большая концентрация горевших людей. Потом их стало меньше. А в 1980-е гг. появилось много людей, для которых наука была не призванием, а работой. Они добивались неплохих, а иногда выдающихся результатов. И когда началась первая волна эмиграции, уехали как раз многие из этих людей. Для них определяющими были хорошие условия жизни и работы, и они их получали на Западе — что вполне заслуженно, ведь они профессионалы. А в Академгородке



Международная исследовательская станция на острове Самойловский. Фото: А.В. Соболевский.

оставались те, кто без науки жить не может или не представлял своей жизни вне академического сообщества. Я считаю, что начался новый период в его истории.

— **Горящих стало больше?**

— В науке не число все определяет, а качество. Судя по выпускникам университета, горящих не меньше, чем раньше. Умных, интеллектуальных ребят очень много. Сейчас у них резко расширился спектр возможностей. Им не обязательно идти в науку, можно и в бизнес, в нефтяные и газовые компании, где они по службе растут быстрее, чем их сверстники из других мест.

— **Как вы считаете, какова роль СО РАН в реформировании науки?**

— Вопрос сложный и болезненный, особенно для ученых старшего поколения, к которым я в полной мере отношу и себя. При любой реформе, особенно такой, в которой не определены для многих научных сотрудников конечные цели, получается почти так, как говорили эсеры: «Движение — все, цель — ничто». Оптимист может сказать, что в науке решили использовать спортивные методы отбора и все, что сейчас происходит, — это просто тренировки для выявления молодых, сильных, выносливых и амбициозных. Кто выживет, тот и останется на несколько лет, остальные — на обочину, искать место под солнцем не в храме науки, а где придется. Если же говорить по существу, идет планомерное уничтожение отечественной науки и ее образовательного фундамента. Эту точку зрения разделяют многие мои коллеги, но далеко не все. Научное сообщество по своей сути мягкое, аморфное, в силу чего с ним очень трудно бороться административными методами. Люди, которые занимаются реформой, не понимают, почему не могут справиться с этой массой в установленные жесткие сроки. Со стремительного начала реформы им казалось, что ветхая академическая конструкция (ей ведь 300 лет!) рухнет, как 90 лет назад взорванный храм Христа Спасителя, и на ее месте будут плавать только выдающиеся ученые, отобранные по показателям эффективности, результативности, публикуемости, цитируемости и, конечно же, молодости. Но ничего этого пока не случилось.



Международную исследовательскую станцию на острове Самойловский открывают академик М.И. Эпов, вице-президент Республики Саха (Якутия) Д.Е. Глушко и начальник станции Ф.В. Селляхов. Фото: А.В. Соболевский.

— **Значит, есть надежда, что науку и ученых чиновники оставят в покое?**

— Надежда есть всегда, но это не значит, что желаемое сбудется, да и слово «покой» в русском языке, как известно, имеет несколько смыслов. ■

Беседовал Владимир Губарев

СПРАВКА

Михаил Иванович Эпов

- Директор Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, доктор технических наук, академик, заместитель председателя Сибирского отделения РАН.
- Родился 20 марта 1950 г. на прииске Любовь (Забайкальский край).
- Окончил геолого-геофизический факультет Новосибирского государственного университета (1973).
- **Спектр научных интересов:** электромагнитные методы разведки месторождений, прямые и обратные задачи геоэлектрики, мониторинг и изучение земной коры, а также эффекты взаимодействия физических процессов различной природы в реальных геологических средах.
- **Награды и премии:** международная премия в области научных исследований «Имя в науке», Грамота Президента Республики Саха (Якутия), Почетная грамота губернатора Новосибирской области, медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2010), медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени (2014).



Ищем сокровища везде!



н несколько раз был на краю пропасти — той, что разделяет жизнь и смерть. И ничего необычного в этом не видит, такая у него профессия — геолог. **Николай Петрович Похиленко**, академик, директор Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН — один из самых известных в мире специалистов по алмазам. Ему довелось искать и находить месторождения алмазов в разных уголках планеты. Самые известные открытия сделаны им в Якутии и Канаде, в тех районах, где, по данным маститых ученых, их не должно было быть. Но Похиленко доказал, что и классики иногда ошибаются.

ИЗ КНИГИ О ГЕОЛОГЕ

«Более опасное приключение довелось Н.П. Похиленко пережить в августе 1981 г. на реке Оленек, когда он перевернулся на быстроходной маленькой лодке, возвращаясь в лагерь, не добравшись до него около 30 км. Сопки и деревья были покрыты снегом, который шел уже два дня, температура воды — порядка восьми-десяти градусов, воздуха — около двух-трех градусов, дул ледяной северный ветер. Перевернулся Н.П. Похиленко по неосторожности и небрежности: на ходу хотел подрегулировать жиклер нестабильно работающего двигателя, потянулся за лежащим в носовом отсеке инструментом, и в этот момент резко дернувшийся двигатель вырвал румпель из замерзшей руки. Это произошло как раз посередине реки. До берега было не менее 400 м — все случилось на широком плесе. Корму лодки утянуло тяжелым мотором вниз, над поверхностью воды сантиметров на 30 торчал лишь нос

лодки, в котором был пенопластовый поплавок. Единственным вариантом спастись было тащить, не раздеваясь, лодку к берегу, используя ее в качестве поплавка, потому как в свитере, меховом жилете и летном комбинезоне (а сверху еще и штормовка!) до берега точно было не доплыть... Резиновые болотные сапоги пришлось разрезать: портянки разбухли, и снять сапоги не получилось. Метров за сто наш герой окончательно выбился из сил, от переохлаждения и интенсивной работы начали лопаться кровеносные сосуды в легких, стало больно и трудно дышать, появился кашель с кровью, к тому же он почувствовал, что вот-вот потеряет сознание. Зная, сколько времени и средств уходит на Севере на поиски утопленников, Н.П. Похиленко привязал себя за руку веревкой к лодке, понимая, что лодка уж точно не утонет, ее найдут быстро, и он тут же рядышком будет...»



Путь к промышленной алмазной трубке начинается с одного кристалла из речной россыпи. Фото: А.А. Гибшер.

— **Знаю, что страсть к экспедициям — главная черта характера Похиленко, что он любит уходить в тайгу в одиночестве — лучше думается, а тут сразу в директора института...**

— Причем, самого крупного среди геологических институтов страны. Около 700 сотрудников, девять корпусов на четырех площадках.

— **Знаменитого института, во многом определившего развитие минерально-сырьевой базы страны. Не страшно?**

— Интересно, потому что масштабы крупные, да и возможностей сразу стало больше. Ведем работы от ядра Земли — пытаемся понять, как планета образовалась и эволюционировала, — до нанотехнологий: фотонные пленки, композитные материалы, выращиваем нелинейные кристаллы для лазерных систем, причем лучшие в мире кристаллы. В этом кабинете совсем недавно сидел американский миллиардер, президент компании, которая контролирует примерно 80% мирового рынка волоконных лазерных систем и приблизительно 25% рынка твердотельных лазерных систем. Он предлагал на основе наших технологий создать здесь инженерно-технологический центр для доработки широкой линейки таких кристаллов, а в Штатах развернуть их массовое производство. Здесь же продолжить исследования для получения все новых и новых кристаллов. Он признал, что у нас лучшие в мире технологии.

— **А как же санкции?**

— Когда американцам выгодно, они ими пренебрегают и работают с нами.

— **И какова судьба этого предложения?**

— Пока не знаю. Я сообщил об этом в ФАНО, а там, по-моему, согласовывают с администрацией. К сожалению, сам такие вопросы решать не вправе, жду... Кстати, ничего не требуется, кроме

разрешения сверху, денег же мы не просим. Надеемся получить добро. Так что от надежды до надежды и живем.

— **Неужели кристаллы в России не нужны?**

— У нас Институт ядерной физики делает прекрасные промышленные ускорители, но практически все они расходятся за пределы России. Кое-что остается и у нас: например, две дамы, которые руководят крупной фармацевтической компанией, закупили два ускорителя. С их помощью идет переработка алтайских травок, надо сохранить сложные молекулы их биологически активных веществ. Кстати, ускорители были для них специально спроектированы. Сначала травки для обработки на ускорителях возили сюда, но производство расширилось. Создают мази, от которых кожа у женщин становится красивее. У нас делается и много другого интересного и необычного, что может быть востребовано высокотехнологичной промышленностью. Однако этого в большинстве случаев не происходит, и мы ведем работы в надежде, что наши результаты все же пригодятся.

— **Результаты есть, но ими не интересуются?**

— К сожалению. Многие научные работы не востребованы нашей промышленностью, а потому создается впечатление, будто мы обслуживаем зарубежные компании.

— **А можно хороший «наш» пример?**

— Мы выращиваем алмазы, очень крупные, до десяти карат. Плохие по качеству, то есть забракованные по тем или иным причинам, идут в ювелирку, а хорошие — для специальных технических целей. Алмаз прозрачен в рентгеновском диапазоне, и рентгеновская оптика делается на основе наших кристаллов. Выращенные у нас алмазы — прекрасные датчики ионизирующего излучения. Например, они весьма эффективно используются для

дозировки лучевой терапии в онкологических центрах. В очень многих областях нужны наши алмазы. Все это дает нам финансовую подпитку для проведения очень дорогостоящих экспериментов по изучению процессов на больших глубинах Земли. Наши молодые сотрудники Константин Литасов и Антон Шацкий работали по этой теме в Японии, написали прекрасную монографию. Оба выбраны профессорами РАН. Кстати, это новое звание у нас получили сразу шесть человек — молодые перспективные ученые. Профессор РАН — это новшество, попытка омолодить академию. Посмотрим, что из этого получится.

— **Вы стараетесь держать лидерство в науке по всем направлениям?**

— Такова традиция у сибирских геологов. В институте 62 ученых, которых цитируют очень широко. Чтобы войти в список высокоцитируемых, надо публиковаться в самых престижных научных журналах, что наши сотрудники и делают. По этому показателю мы далеко впереди других институтов геологического профиля в стране, занимаем 14-е место среди всех академических институтов и четвертое место среди всех институтов Сибирского отделения РАН.

— **Число цитат — это не самое главное. По-моему, академика Королева не цитировали вообще!**

— Согласен, что нельзя измерять научный уровень числом цитат, но коль уж чиновники это делают, мы вынуждены отчитываться и таким образом.

По цитируемости мы занимаем 14-е место среди всех академических институтов и четвертое место среди всех институтов Сибирского отделения РАН

А над С.П. Королевым, в отличие от нас, чиновников было мало — он ведь на космических вершинах стоял!

— **Итак, масштабы ваших исследований?**

— Начинаем с планетологии. Нас интересует, как образовалась планета и что с ней происходило в течение четырех с лишним миллиардов лет. Очень сложное время — первые 600 млн лет, а потом уже можно понимать, какие шли процессы. Это фундаментальные исследования.

— **Это было время, когда алмазы только образовывались, а теперь пришло время их применения?**

— Да, исследуем тонкие процессы в истории возникновения тех или иных кристаллов. Об этом я упоминал. А потом смотрим, какие из их обычных или необычных характеристик могут быть эффек-

тивно использованы в современных технологиях. Вот, скажем, ребята начали изучать алмаз как полупроводник. Обычно он изолятор, структура очень жесткая. Но если в его решетку имплантировать в определенных количествах и конфигурации ионы бора

вместо углерода, он приобретает полупроводниковые свойства. Причем очень интересные! Среди стандартных полупроводников самый лучший — арсенид галлия. Известно, что полупроводниковые компоненты делаются на основе кремния. Он генерирует частоты от звуковых до сантиметровых. Алмаз же работает от звуковых до видимого света, это сотни ангстрем, в миллионы раз более высокие частоты! Если применить это к вычислительным

ИЗ КНИГИ О ГЕОЛОГЕ

«Нашли его часа через два в таком плачевном состоянии хозяева лайки по кличке Кнут — начальник партии Амакинской экспедиции И.Ф. Свиридов и водитель вездехода. Они ехали на вездеходе на ту самую базу, с которой начал свой едва не ставший последним путь Н.П. Похиленко, за запасной "звездочкой" для сломавшейся передвижной буровой установки. Их поисковая партия базировалась на участке "Лунный", располагавшемся в 60 км к юго-востоку. В дороге у вездехода лопнула гусеница. Игорь Свиридов с водителем начали ремонт, а Кнут, сообразив, куда идет путь, и зная, что там его ждет подруга — красивая черная лайка с многообещающей кличкой Ночка, помчался на базу один. Поскольку лайки — умнейшие собаки, они знают, что если торопиться, то куда

как проворнее бежать по берегу реки, чем по таежному бурелому, и главное, глупые белки и бурундуки не отвлекают. Но тут в его планы вклинился наш перемерзший, перемокший и полумертвый герой, и Кнут не только не дал ему отойти совсем, но и сопровождал его до палатки и караулил до приезда вездехода. Ребята с высокого борта речной долины увидели дымок от печки и, как обычно бывает на Севере, свернули к реке, решив посмотреть, кто это там.... Этот практически чудом благополучно закончившийся случай — один из примеров того, как плохи шутки с Севером, и сколько на нашей памяти горестных примеров с печальным концом, когда мы теряли своих товарищей и коллег...»

системам, в миллионы раз повышается их производительность. Таким образом, благодаря свойствам полупроводниковых устройств на основе алмаза в будущем можно будет делать гибридные вычислительные системы, которые работают и как электронные, и как фотонные.

Дальше: если этот арсенид галлия функционирует при температурах от близких к абсолютному нулю до плюс 350° С и за верхним пределом теряет свои полупроводниковые свойства, то алмазный полупроводник работает начиная от тех же низких температур, но уже до плюс 900° С. Очень жесткая структура, а потому никакой диффузии. Но, что самое интересное, кремний и арсенид галлия — очень плохие проводники тепла и одна из проблем — отвод тепла при их работе, а у алмаза теплопроводность в пять раз лучше, чем у меди, одного из самых хороших теплопроводников. В общем, это полупроводниковый материал будущего.

— Но вы же геологи, вам надо искать в природе вещества, а не создавать их искусственно!

— Во-первых, это нам интересно — ведь это высокие технологии, а во-вторых, мы смотрим, как что-то делается в природе, а потом переносим процессы в лабораторию. Те же алмазы, например. Мы выращиваем кристаллы с теми специальными свойствами, которые нам необходимы. Мы научились выращивать довольно большие нелинейные кристаллы для лазерных систем, до 1,5 кг.

— Кому они нужны?

В Сибири для геолога непочатый край работы, но иногда лучше проводить экспедиции в других местах, это эффективнее

— Делается оптический элемент, проводится диодная накачка, и получаем импульс. Указка, которой пользуются докладчики, — это приблизительно 50 мВт. Хулиганы, которые ослепляют летчиков, используют лазеры в 1,5–2 Вт, резка металла — 20–50 кВт, а с 60 кВт — уже лазеры двойного назначения, их уже можно использовать в качестве оружия. Наши коллеги из Института лазерной физики от оптического элемента, изготовленного из нашего кристалла, получили импульс мощностью 600 трлн Вт! На мигни, куда он был направлен, получилась плазма с температурой 23 млн градусов. Сейчас мы работаем над тем, чтобы увеличить мощность импульса еще в 100 раз, и тогда мы сможем получить температуры, превышающие 100 млн градусов. Этого достаточно, чтобы зажечь термоядерную реакцию.

— Теперь уже не только Земля, но и Солнце?

— Единение с природой позволяет нам многое узнать и понять. Причем мы изучаем как достоинства того или иного вещества или явления, так и недостатки. Стараемся избавиться от дефектов и создать материалы с нужными нам специальными качествами. Но это все хобби, а главное для нас — эволюция планеты. Как формировался ее верхний слой — литосфера, какие процессы генерировали образование алмазов, золота, платины, меди, железа, никеля, марганца, редких металлов, когда они образовывались и почему, где находятся месторождения полезных ископаемых, — подобных вопросов много, и мы ищем на них ответы. Сначала



Геолог-алмазник: «тяжело, но достойно». Фото: А.А. Гибшер.

ИЗ КНИГИ О ГЕОЛОГЕ

«В настоящее время в лаборатории минералов высоких давлений и алмазных месторождений много молодежи. На полевые работы в Якутию были отправлены четыре отряда, в составе которых вместе с опытными наставниками работали 18 начинающих геологов — аспирантов, магистрантов и студентов. Работы ведутся в рамках геологического задания государственного контракта с Федеральным агентством по недропользованию РФ по проектам оценки прогнозных ресурсов невыявленных месторождений алмазов на территории Сибирской платформы. Победа Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН в конкурсе на выполнение работ по этому проекту и утверждение его в качестве головной организации стали серьезным успехом сибирской школы алмазной геологии, а для молодежи это хороший шанс проявить себя в масштабном деле».

фундаментальные исследования, а потом уже поиски конкретных месторождений. Такое сочетание и приносит успех.

Конечно, в Сибири для геолога непочатый край работы. Но иногда лучше проводить экспедиции в других местах, это эффективнее. У нас есть соглашения с Казахстаном, Монголией, Вьетнамом. Работаем в Африке, Америке, Канаде. И не просто получаем там научные результаты, но, если повезет, и открываем разные месторождения. Алмазные, в частности, открыли не только в Канаде, но и в Гвинее. В Монголии оконтурили большую золоторудную провинцию, в Марокко — крупное месторождение серебра.

— А как же Якутия? Одно время Похиленко признавали в Канаде и Америке, но не на родной земле?

— В 1990-е гг. денег не было. Уговаривали меня остаться работать в Вашингтоне. Предложили объединить две лаборатории, которые возглавляли два американских академика. Институт престижный, семь лауреатов Нобелевской премии, а всего 190 сотрудников. Это не геологи, нашему брату Нобелевских премий не дают. Предлагали двух-трех сотрудников привезти из Новосибирска и работать там. Я отказался. Потом, после открытия крупного месторождения алмазов в Канаде, я получил предложение остаться работать в Канаде в должности первого вице-президента компании. Зарплата фантастическая по нашим меркам, но я тоже отказался.

— Почему?

— Во-первых, здесь у меня была лаборатория, в которой работали 45 человек. Это мои ученики. Своему учителю академику Владимиру Степановичу Соболеву незадолго до его смерти я дал слово подготовить группу в нашем университете по геологии алмазных месторождений. В 1983 г. группа была создана, я ее курировал, читал спецкурс по геологии алмазных месторождений, методам прогнозирования, минералогии алмаза и т.д. Другие спецкурсы читали ведущие ученые нашего института. На третьем курсе я отбирал семь-восемь человек, и они проходили специальную «алмазную» подготовку. Лучших после окончания университета брал в свою лабораторию. Другие разъезжались — в Якутию, Архангельск, в Африку... Сейчас там работают двое: один в Танзании, другой в ЮАР. Американцы не торопили меня — мол, осмотрись, привези жену. Я с ней поехал — она тоже геолог, побывали в разных местах. Конечно, условия для работы прекрасные.

— И что же?

— Жена сказала: «А как же твои ребята? Уехать — это предательство». Я тоже так думал. Это во-первых. Во-вторых, в зарубежье я себя чувствую комфортно не более трех месяцев. Да, прекрасные бытовые условия, вокруг хорошие люди, но я постоянно чувствую себя в гостях. Появляется



Академик Н.П. Похиленко

чувство: «Пора домой!» Избавиться от него невозможно. Вот такая особенность характера. Считаю, что жить и работать надо там, где у тебя Родина, малая и большая.

Беседовал Владимир Губарев

СПРАВКА

Николай Петрович Похиленко

- Директор Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, доктор геолого-минералогических наук, академик, заслуженный геолог РФ.
- Родился 7 октября 1946 г. в поселке им. Мамонтова Поспелихинского района Алтайского края.
- Окончил геологический факультет Новосибирского электротехнического института (1970).
- С 1968 г. занимается прогнозированием и поиском алмазов, работал в России (Якутия), Канаде, ЮАР, Австралии, Индии, Китае, США и Алжире. В 1994 г. открыл месторождение алмазов на озере Снэп-Лейк в Канаде.
- **Спектр научных интересов:** петрология, минералогия и геохимия верхней мантии и кимберлитов, разработки методов прогнозирования и поисков алмазных месторождений.
- **Награды и премии:** международная алмазная премия им. Хьюго Дамметта, медаль «За трудовое отличие», почетный знак законодательного собрания Новосибирской области, медаль законодательного собрания Новосибирской области «За вклад в развитие законодательства Новосибирской области».

Академик **Н.З. Ляхов:**

дороги для Сибири –

ЭТО ГЛАВНОЕ

Постройте дорогу в голое поле, подведите туда воду и электричество, и вы увидите, что через какое-то время там появится город





Николай Захарович Ляхов, директор Института химии твердого тела и механохимии — один из самых популярных в СО РАН академиков. Он постоянно предлагает «идеи для жизни»

за рамками своих научных интересов и старается довести их до практики.

— Николай Захарович, ваш институт претерпел долгую историю становления. У него даже задачи в корне менялись не раз.

— Создавался институт под литий и назывался тогда химико-металлургическим. Было время создания водородной бомбы. Ее называют «водородная», а реально она на две трети состоит из лития. Затем институт стал специализироваться на переработке минерального сырья и в поле зрения попали Кулундинские озера, находящиеся в Алтайском крае. Значительная часть их соленые, они содержат не просто воду, а рапу, чем народ пользуется, купаясь в ней, как в Мертвом море. Далеко ездить не надо — ложись и можешь даже спать на воде. Я пробовал.

— Но об этих озерах мало кому известно. Я, например, впервые слышу.

— Долгое время эти озера были вне поля зрения большой химии, а сейчас интерес к водным источникам минерального сырья вновь растет — в первую очередь опять же в связи с поисками альтернативных источников литиевого сырья. Сегодня практически весь литий в мире своим происхождением обязан литиеносным озерам в Чили, а литий — это все: камеры, мобильники, ноутбуки — всем нужны хорошие аккумуляторы... Чилийский литий весь добывается из озер. Вообще потребление этого металла в мире увеличивается по экспоненте, прирост 20% в год. Только у нас спад. Мы его покупаем вместо того, чтобы добывать из собственных источников гидроминерального сырья, хотя технологии у нас, в принципе, разработаны. Говорят, экономика не позволяет...

— Знаю, у нас в стране два института химии твердого тела.

— Да, один наш, другой на Урале, в Екатеринбурге. При этом мы совершенно не пересекаемся, потому что

тот институт специализируется на структурах, их расчете, прогнозе свойств и т.д. У нас же задачи другие — мы изучаем реакционную способность. Любой материал где-то используется, иногда в очень суровых условиях. Сейчас, например, на слуху проблема гиперзвука. Там, на больших скоростях и высотах, сумасшедшие температуры — за две с половиной тысячи градусов, и кто бы что ни изобретал с точки зрения движителя, возможности разогнать объект, все равно так или иначе столкнется с тепловой защитой в атмосфере. Тело не может двигаться с такой скоростью без нагрева. Мы это знаем по посадкам космических кораблей. Поэтому крайне важны принципиально новые материалы. Говорят же, что нынешний век — это век материалов. Это правда. Сегодня человечество все чаще выходит за рамки привычных условий, туда, где нужны иные возможности.

— Слышала, вы предлагаете альтернативу литиевым аккумуляторам?

— Скорее органичное дополнение, нежели альтернативу. Речь идет о суперконденсаторах, которые будут существенно превосходить по скорости заряда-разряда привычные ионно-литиевые аккумуляторы и, надеемся, окажутся существенно дешевле в производстве. Основное их применение — это системы рекуперации (частичного возвращения) электроэнергии для электротранспорта. Но если соединить литий-ионный аккумулятор с таким высокочастотным суперконденсатором, то область использования подобного тандема станет поистине безграничной: любые накопители энергии, электротранспорт, источники бесперебойного питания для больниц, школ, пусковые системы для автомобилей, которым не страшны морозы, и многое другое. Это основа мобильной энергетики будущего. Кстати, роботам тоже нужно откуда-то черпать энергию.

— А что за маски для лечения гриппа вы разработали?

— В советское время мы много занимались гидрометаллургией, в частности извлечением золота из технологических растворов. Обычными сорбционными методами сделать это чисто очень сложно. Надо было как-то решить проблему. И мы создали комплекс, который и сейчас выпускается. Он представляет собой встроенный циркуляционный насос, прогоняющий раствор через кусок синтепона в качестве мембраны. Мы научились делать этот материал электропроводящим: покрыли его наносеребром, и синтепон стал проводить электрический ток, оставаясь пористым. Если подать на него соответствующий потенциал, то металлы — золото, серебро, медь, кобальт, никель — высаживаются на нем. Это очень красивая вещь — настольная золотоизвлекающая фабрика. А потом уже, на волне нанотехнологий, появилась идея проверить такую мембрану на антивирусную функцию, поскольку

биологическая активность коллоидного серебра у всех на слуху. Один из социальных запросов — это грипп. Мы передали этот материал команде специалистов в НПО «Вектор», и они на штамме вируса а проверили, как действует маска с таким покрытием. Результат — стопроцентное убиение гриппа.

— **За счет чего?**

— Видимо, работает серебро. Вообще, мы им много занимались: например, делали противоожоговые повязки. У нас есть книжка «Серебро в медицине», очень интересная, но, к сожалению, она прошла не замеченной Минздравом. А эти маски могли бы стать бесценным вкладом в борьбу с эпидемиями гриппа, при том что стоят они копейки.

В последнее время добавились другие исследования. Мы посмотрели, в каком виде серебро активнее, и нашли, что оптимальные формы — оксид и особенно хлорид серебра. Мы как-то изготовили маски из нашего материала (есть патент) вручную, многие наши сотрудники попробовали их носить во время эпидемий — и никто из них не болел гриппом. Это, конечно, не испытания. Настоящие испытания требуют серьезных вложений.

Это ведь глобальная проблема. Замкнутые пространства, где находится много людей, — самолеты, поезда дальнего следования, школы, детские сады, офисы. Один чихнул — все заболели. А надел такую маску — гарантированно будешь здоров. Отдельная беда — кондиционеры. Вообще говоря, их все надо оборудовать такими фильтрами, чтобы предотвращать массовые инфекционно-воспалительные заболевания. Ищем инвестора...

— **А что это за чемоданчик, который вы изготовили по заказу МВД?**

— Как известно, существуют различные фольгированные материалы — полиэтилены, лавсан, фторопласт с нанесенным на них металлом. Они не задерживают радиоволны, потому что длина волны больше, чем толщина этого материала. А вот пористый металл отражает радиоволны и переизлучает то, что поглощается, то есть, в принципе, может служить защитой, экраном. Если положить мобильный телефон в чехол из такого пористого наноматериала, то дозвониться на него не удастся — телефон будет недоступен. И, соответственно, он не сможет использоваться как замаскированный диктофон или радиостанция. Оказалось, что эта проблема действительно существует. Когда собираются серьезные закрытые совещания, часто просят сдать или отключить телефоны. Но как проверишь, было ли выполнено требование? И вот нам поступил заказ. Он был исполнен. В прошлом году мы успешно демонстрировали на «Технопроме» этот чемоданчик для гарантированной изоляции радиоэлектронных приемопередающих устройств. Правда, в производство он не пошел.

— **Слышала, вы научились использовать техногенные отходы и даже строите из них дома.**



Академик Н.З. Ляхов

— Наш институт давно занимается использованием зол бурых углей. Это очень интересный объект. Зола кузнецких каменных углей — по химии чистый песок. И во многих местах ее можно было бы использовать для сооружения строительных блоков. Раньше их выпускали, правда, из другого сырья. У нас на Морском проспекте стоят полногабаритные дома, сложенные из таких шлакоблоков. Стоят уже 60 лет и, думаю, простоят столько же.

Еще одна большая проблема, которую нам удалось в свое время решить, — научиться затворять буроугольную золу уноса практически как цемент. Зола заметно улучшает свойства пластичности цементных растворов, которые часто определяют качество кладки. Пытались добавлять золу в сухие строительные смеси. Она вроде бы бесплатная, но ее необходимо складировать. Отвалы занимают площади, за них надо платить. Но это еще полбеды. Дождь идет, щелочь, которая есть в золе, вымывается — и в ручьи, в реки, в Обь. Надо было решить проблему. Мы нашли способ затворения. Добавляли обычный аптечный хлористый кальций, такой, что раньше детям из ложечки давали.

— **Такой горький, противный?**

— Да, но в ряде случаев полезный. В итоге мы сделали золобетон, золоштукатурку очень высокого качества. Для эксперимента доставили ее на стройку, и там нам сказали: «Никакую другую больше не везите, только такую». Она прилипает, пластичная, не течет, всем ГОСТам соответствует. Плюс к этому выявилось прекрасное свойство — колоссальная морозостойкость.



Группа изучения явлений переноса в твердых телах лаборатории неравновесных твердофазных систем ИХТТМ СО РАН исследует транспортные свойства различных материалов



Недавно группа получила новое, хорошо укомплектованное лабораторное помещение

— **Актуально для Сибири.**

— Очень актуально. Дело в том, что эта зола состоит из полых шариков, и именно они обеспечивают сохранение прочности. А наш обычный бетон, которым, кстати, изначально была выложена дорога с Алтая в Новосибирск, имеет весьма ограниченный срок эксплуатации, причем разрушается постоянно и постепенно. Еще одна драматическая проблема — грунтовые дороги, которых еще очень много. Дождь прошел — она как мыло. Для степных районов это катастрофа.

Поставили задачу — создать грунтозолобетон. Мы проблему решили довольно просто: фреза снимает верхний слой грунта на дороге, перемалывает его в смесителе, тут же добавляются зола и вода, все это выкладывается обратно на дорогу и укатывается обычным дорожным катком. Через неделю можно ездить. Мы заложили участок такой экспериментальной дороги, и результат был очень хороший. Жаль, что на этом остановились.

— **Слышала, вы сейчас собираетесь какую-то улицу восстанавливать таким же способом?**

— Мы собираемся заменить нашим покрытием асфальт на бульваре Молодежи в Академгородке. Дело в том, что асфальт для наших широт тоже мало пригоден. И городские службы начинают это понимать. Зимой он крошится, летом плавится. Образуются колеи, происходят постоянные ДТП с жертвами, когда виновных, по существу, нет. Ямочный ремонт, лопатами в воду, попытки залатать многочисленные дыры... В общем, бессмыслица полная. А наше покрытие надежно и дешево. Но для начала надо заложить полномасштабный натурный эксперимент. Надеюсь, вскоре нам наконец удастся убедить городские власти в том, что именно такое покрытие перспективно для Сибири.

Вы понимаете, по телевизору часто показывают резонансные ДТП, все охают, ахают — и забывают. А ведь за всем этим стоят вопиющие провалы в технологическом развитии страны. Хочется говорить только о позитиве, но и скрывать проблемы нельзя. Инфраструктура — это главное, что должно развивать государство. Постройте дорогу в чистое поле, подведите туда воду и электричество, и вы увидите, что через какое-то время там появится город. Причем никого даже побуждать не надо, только не препятствуйте. Мы можем построить качественные дешевые дороги, на которых не будут каждый день гибнуть люди. Мы можем сделать многое, что изменит жизнь к лучшему. ■

Беседовала **Наталья Лескова**

СПРАВКА

Николай Захарович Ляхов

- Директор Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, доктор химических наук, академик.
- Родился 2 октября 1947 г. в Николаевке Талды-Курганской области (Казахстан).
- Окончил физический факультет Новосибирского государственного университета по специальности «физика» (1969).
- **Спектр научных интересов:** химическое материаловедение, в том числе реакционная способность твердых веществ при термическом разложении и применении радиационной химии, механохимия и механическая активация сложных оксидов и металлических систем, методы исследования твердофазных процессов, в частности дифрактометрия синхротронного излучения.
- **Награды и премии:** орден «Знак почета» (СССР), орден Дружбы (Россия), медаль Дружбы Сингай правительства Даляна (Китай) для иностранных экспертов, нагрудный знак «Академик И.В. Курчатов» IV степени, специальная награда провинции Чжэцзян для иностранных граждан за эффективное сотрудничество с Китайской Народной Республикой.

Особенный университет



В

холле первого этажа Новосибирского государственного университета стоит большой глобус, утыканный флажками. Сколько их — не сосчитать. Ими отмечены научные центры в разных точках мира, где работают выпускники НГУ. При этом они не теряют связей с альма-матер: кто-то здесь преподает, кто-то вернулся, кто-то приезжает на публичные лекции. Это и неудивительно: ведь НГУ исторически считается одним из лучших университетов мира. Говорят, НГУ — это навсегда. О том, как в наше непростое время сохранить престиж науки среди молодежи, — наш разговор с его ректором **Михаилом Петровичем Федоруком**.

Новый главный корпус НГУ открылся для студентов в сентябре 2015 г.



Ректор университета профессор М.П. Федорук

— **Михаил Петрович, сами вы тоже оканчивали НГУ?**

— Я выпускник физического факультета 1982 г. По совместительству работаю также в Институте вычислительных технологий СО РАН, заведу там отделом вычислительных технологий. В 1995 г. начал преподавать в университете, сначала в качестве ассистента, а после защиты докторской диссертации стал профессором механико-математического факультета. В 1997 г. занял должность заместителя декана мехмата, а в 2012 г., наверное, из-за того, что мою кандидатуру поддержали два самых крупных на тот момент факультета (физфак и мехмат), стал ректором НГУ.

— **Есть ли какие-то черты, которые характеризуют именно Новосибирский университет и отличают его от всех остальных наших университетов?**

— Я десятый ректор, и все люди, которые носили это звание, были учеными, зачастую выдающимися. Все оказывались в этом кресле в значительной степени благодаря академической карьере.

Не было ни одного ректора, который получил бы эту должность из-за своих управленческих качеств. Все они и до, и после занимались наукой, и это очень важная отличительная черта университета. Я тоже стараюсь заниматься наукой.

— **У вас остается на это время?**

— По ночам, по выходным. У меня большая группа молодежи, которых я от уровня бакалавров довел до кандидатов наук, а сейчас некоторые начинают писать докторские диссертации. Вторая отличительная черта — тесная интеграция с Сибирским отделением РАН. Надо сказать, эта задача стояла изначально, еще когда академик М.А. Лаврентьев основал Академгородок. НГУ строился как университет нового типа, где вся учебная и научная деятельность была основана на базе научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий. Модель открытого университета представляла собой беспрецедентное явление в образовании, даже через 56 лет мы можем говорить о феномене НГУ, который состоялся, и таких университетов до сих пор нет в России.

— Но ведь НГУ создавался по модели МФТИ, к которому были так или иначе причастны все отцы-основатели Академгородка.

— Да, это так. В частности, академик С.А. Христианович внес решающий вклад и в основание МФТИ, а Б.О. Солоноуц, легендарный физтеховский БОС, стал первым деканом и основателем единственного факультета, который был организован в 1959 г., — факультета естественных наук. Но в отличие от Физтеха НГУ с самого начала был классическим университетом. Уже в 1962 г. появился гуманитарный факультет, в 1967 г. — экономический. Еще один важный компонент: в отличие от МФТИ здесь с самого начала была создана физико-математическая школа, где до сих пор учатся одаренные ребята со всех просторов Сибири и Дальнего Востока. Раньше через олимпиады она собирала все Урал, Сибирь и Дальний Восток. Эти ребята потом окончили НГУ, стали крупными учеными. До сих пор примерно 60% выпускников физматшколы поступают в университет. Идея себя оправдала. После окончания университета ребята распределяются по институтам Сибирского отделения, высокотехнологичным компаниям, становятся капитанами бизнеса. Эта система сохранилась до сих пор. 80% наших преподавателей — совместители из институтов СО РАН, которые преподают в университете.

— Знаю, что ваши ребята тоже посещают научно-исследовательские институты.

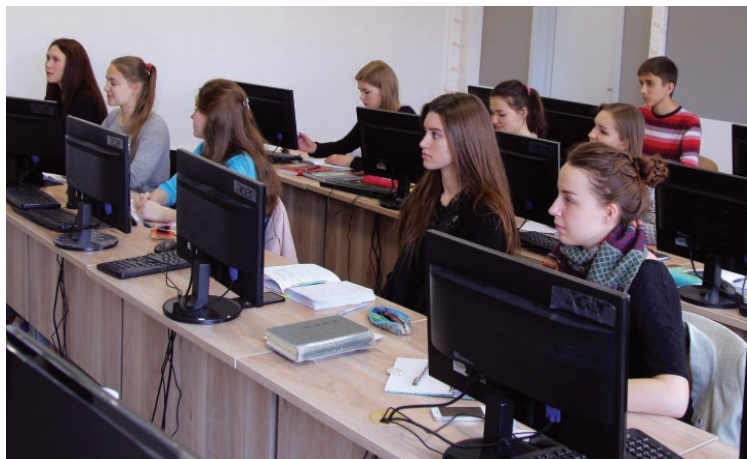
— 85 базовых кафедр из 116 находятся на территории институтов Сибирского отделения. Если вы вспомните про знаменитый треугольник Лаврентьева (наука — кадры — производство), станет понятно, в чем исторически наше конкурентное преимущество. И мы, конечно, не должны потерять в этой модели то, что было заложено отцами-основателями.

— А есть риск потерять?

— Сейчас происходят серьезные преобразования, реформы в Российской академии наук, в системе образования. Но если мы потеряем эту преемственность, нам этого потомки точно не простят. Мы де-факто едины. Например, до сих пор здание нашей физико-математической школы принадлежит СО РАН. Но мы сейчас даже не можем сделать ремонт в своем структурном подразделении (СУНЦ НГУ), потому что это нецелевое использование средств.

— У вас ведь есть план, как всех этих проблем избежать?

— Планов было много, от глобальных, таких как юридическое объединение с академией, до мягкой интеграции. Думаю, что последний путь самый верный, по нему и идем. Это модель открытого университета, когда лучшие ученые Сибирского отделения преподают в университете, воспитывают молодежь для институтов, для технологичного бизнеса, для наукоемких компаний. Уже 23 директора



различных институтов — выпускники университета. Это директора таких крупных и брендовых институтов, как Институт катализа — Валерий Иванович Бухтияров, Институт ядерной физики — Павел Владимирович Логачев, Институт физики полупроводников — Александр Васильевич Латышев... Да и председатель СО РАН академик Александр Леонидович Асеев — выпускник ФФ НГУ.

— Есть ли у вас такие выпускники, о результатах работ которых знает весь мир?

— Нобелевских лауреатов пока нет, потому что университет очень молод, ему всего 56 лет. Думаю, они еще появятся. А из выпускников, которыми можно гордиться, — например, Владимир Евгеньевич Захаров, лауреат медали Дирака. Эта премия дается за достижения в области теоретической физики. Кстати, ученым, которые получили Нобелевскую премию, медаль Дирака не присуждается. Ефим Исаакович Зельманов — лауреат Филдсовской премии, это математический Нобель. Ну, и много лауреатов различных престижных международных премий. Поэтому, думаю, мы до своей Нобелевки доживем, и кто-то из тех, кого я знаю, ее получит. В МФТИ тоже нобелевские лауреаты появились спустя 70 лет, при этом Андрей Гейм и Константин Новоселов живут в Манчестере — где, кстати, тоже работают наши выпускники.

— Какие факультеты вызывают у вас самую большую гордость?

— Наибольшую гордость, естественно, вызывает мой родной факультет — физический. Мы входим в топ-100 лучших университетов мира именно по физике. На физфак, ФЕН и мехмат у нас традиционно поступают победители олимпиад, очень талантливые ребята. Конечно, у нас и геофизический факультет есть, это один из старейших факультетов университета. Есть два первоклассных института — Институт нефтегазовой геологии и геофизики и Институт геологии и минералогии, где НГУ имеет базовые кафедры и выпускает классных специалистов. Есть прекрасные гуманитарные факультеты, которые также опираются

на научные школы, существующие в Академгородке. Сейчас мы объединяем медицинский факультет с факультетом психологии. Будут Институт философии и права и другие новые институты.

— **Не секрет, что сейчас престиж науки падает. И если во времена, когда блистали академики, основавшие СО РАН, стать ученым было мечтой каждого подростка, так же как стать космонавтом, то сейчас приоритеты изменились.**

— Да, я последовательно мечтал стать космонавтом, потом ученым.

— **Но ведь сейчас мало кто об этом грезит. Скажите, здесь это так же ощутимо?**

— Здесь это ощутимо, но в меньшей степени, потому что Сибирское отделение — лучшее отделение Российской академии наук, и это не мои слова, это всеобщее мнение. Благодаря созданной здесь простой и гениальной образовательной системе, интегрированной в академическую науку, престиж профессии ученого удалось сохранить, в том числе среди нашей молодежи. Быть ученым по-прежнему модно, хотя появился явный перевес в сторону экономического и юридического образования. Именно на этих факультетах сейчас большинство платных мест. На те же физфак и мехмат сегодня идти учиться за деньги особо никто не хочет.

— **А есть примеры, когда возвращаются из зарубежных стран, чтобы работать здесь?**

— Такие примеры есть. Но, что еще важнее, уехавшие выпускники по-прежнему поддерживают связь с альма-матер. Тесных научных связей множество. У нас был конкурс мегагрантов, и мой одноклассник Сергей Константинович Турицын получил грант за работы по нелинейной фотонике. Он то здесь, то там. Я ему даже кабинет выделил, потому что он здесь четыре месяца в году, а в остальное время — в Бирмингеме, в Астонском университете, где он занимает пост директора

Института фотонных технологий. Если говорить про США, то там несколько сотен выпускников нашего университета. Почти со всеми так или иначе поддерживается связь. Некоторые возвращаются. Например, Дмитрий Владимирович Чуркин, выпускник НГУ, проработал три года в Астонском университете, а сейчас вернулся сюда в качестве проректора по научной работе.

— **У вас немало иностранных студентов.**

— Да, 10%. У нас есть российско-китайский институт совместно с Хэйлунцзянским университетом в Харбине, и ежегодно на первый курс принимаются 180 китайских студентов на русскоязычные программы по шести направлениям. Обучение проходит по системе «3 + 1», то есть три года там, год здесь. Очень хорошие отношения с высшими политехническими школами Франции, поэтому множество французских студентов у нас проходят стажировки.

— **Вы и сами продолжаете преподавать. Есть ли какие-то «звездные» студенты, которыми вы гордитесь?**

— Да, такие ребята всегда есть. Их немного — 10–15%.

— **Ничего себе немного!**

— Сейчас принято говорить, что молодежь пошла не та. А я вижу, что мои ученики пошли дальше меня. Очень способные и талантливые ребята, и они такие работы делают, что диву даешься. В свои годы они могут намного больше, чем я мог когда-то.

— **Может быть, просто забыли?**

— А может, это я их так хорошо научил... Если же говорить серьезно, эти ребята вселяют уверенность, что наша наука в надежных руках. Они замечательные, я в них верю. Им интересно учиться, они хотят работать, и, глядя на них, мне тоже хочется сделать как можно больше, чтобы наш университет был лучшим. ■

Беседовала *Наталья Лескова*

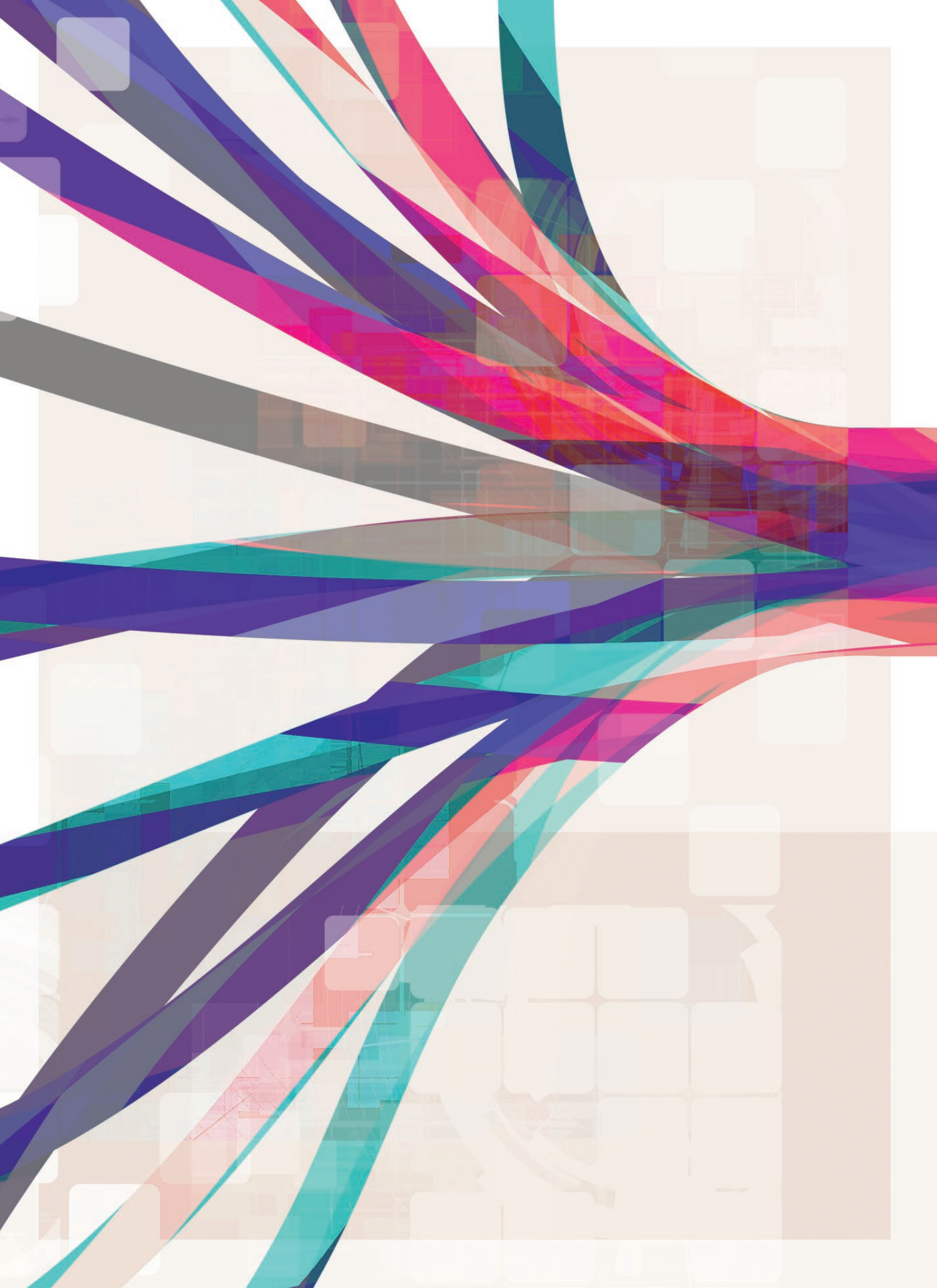
СПРАВКА

Михаил Петрович Федорук

- Ректор Новосибирского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.
- Родился 18 февраля 1956 г. в Дульненском Коченевском районе Новосибирской области.
- Окончил физический факультет Новосибирского государственного университета (1982).
- **Спектр научных интересов:** численное моделирование нелинейных задач математической и вычислительной физики, исследование коллективных процессов в бесстолкновительной плазме, исследование динамики нелинейных волн в диспергирующих средах, исследование сверхскоростных волоконно-оптических линий связи с дисперсионным управлением.



На глобусе, который стоит в холле университета, обозначены научные центры в разных точках мира, где работают выпускники НГУ



Академик **Анатолий Шалагин:**

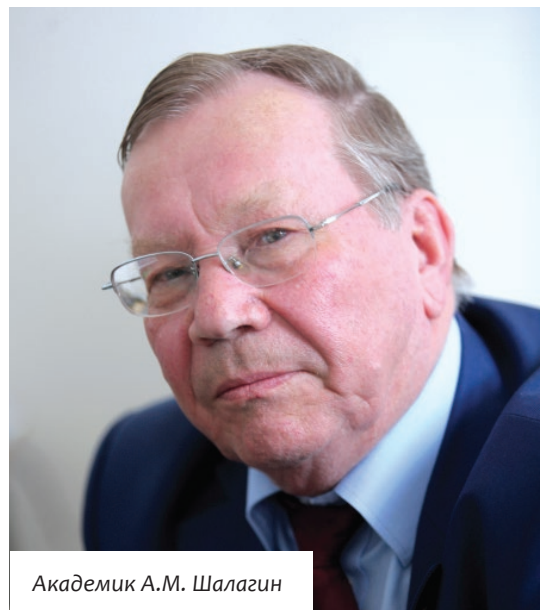
аддитивные технологии: обыкновенное чудо

Использование аддитивных технологий открывает перед человечеством принципиально новые возможности



директор Института автоматизации и электрометрии СО РАН академик **Анатолий Михайлович Шалагин** из тех, кто не любит много говорить, а сразу предлагает пройтись по лабораториям. «Лучше один раз увидеть», — считает он. За каждой дверью здесь таится своя страна чудес: 3D-принтеры, которые способны напечатать протезы и импланты для медицины, хитрые

установки по распознаванию предметов и людей, маленькие летающие самолетики и виртуальные кабины пилотов, позволяющие почувствовать себя завоевателем пространства... Ученые — это и есть настоящие волшебники, которым покоряются самые невероятные задачи.



Академик А.М. Шалагин

Николай Владимирович Голошевский,

*младший научный сотрудник
лаборатории лазерной графики:*

— Наша лаборатория занимается переносом изображений, созданных на компьютере, на различные носители и материалы лазерными методами. Это очень востребованные сейчас технологии лазерной обработки для создания защитных изображений на бумаге, полимерах и прочих материалах — в первую очередь для защиты документов. Много лет мы работаем с Гознаком и делаем для них опытные работы для защиты денег путем переноса на них различных микроизображений. Мы также сделали лазерный комплекс для нанесения шкал, лимбов и прочих изображений на поверхность стекла. Это непростая задача — обрабатывать стекло так, чтобы на нем не появлялось трещин и сколов. В то же время задача крайне важная для оптической промышленности. Для этой цели мы предложили использовать возможности фемтосекундной лазерной обработки, и задача была успешно решена.

Вадим Викторович Вилейко,

ведущий инженер лаборатории лазерной графики:

— Мы разработали кардиодатчик, который может оказаться крайне востребованным в медицине. Точнее, это система мониторинга, задуманная как набор мобильных датчиков и вычислительных средств, которые находятся, скажем, в сотовом телефоне или в планшете. При всей компактности там присутствует все необходимое — память, экран, интерфейс как с человеком, так и с внешним миром. Поэтому было задумано сделать несколько интеллектуальных датчиков, которые выходили бы на эти устройства. Стоимость такого прибора оказалась очень низкой. Сейчас мы сделали датчик электрокардиограммы, одновременно измеряется пульс. Сигнал у нас бесконтактный, беспроводной. Через майку или рубашку можно принять сигнал и узнать, как работает сердце человека. Это очень важно для МЧС, спасателей, пограничников, а в будущем — для контроля состояния всех людей с кардиопатологией.

— Анатолий Михайлович, вашему институту скоро 60. Пришлось ли ему меняться за время своего существования?

— Да, изначально институт был ориентирован на электрические измерения и системы автоматизации, но потом из Института ядерной физики пришел новый директор, молодой, энергичный Юрий Ефремович Нестерихин, и он задался целью создать физический институт с мощным фундаментальным компонентом, что у него с успехом и получилось. Тогда в институте и сложились три явно выраженных направления, которые сохранились до сих пор. Первое направление — фундаментальные исследования в области физики с уклоном в нелинейные явления, преимущественно в лазерной физике. Второе — оптическое, которое в большей степени имеет прикладную направленность. Третье — информационные технологии.

Что касается фундаментальных исследований в области лазерной физики, здесь институт выглядит очень неплохо. Есть масса публикаций в самых престижных мировых и ведущих отечественных журналах.

В оптике мы располагаем наработками, которых нет ни у кого в мире. Например, у нас имеется лаборатория дифракционной оптики. Разработка, вышедшая из этой лаборатории, использовалась как наиболее продвинутая при изготовлении зеркал самых крупных в мире телескопов. Там должны быть заданные формы поверхности с очень высокой точностью. И вот эту точность обеспечивали сотрудники нашей лаборатории с помощью так называемых дифракционных оптических элементов. Или другой пример — бифокальный искусственный хрусталик глаза, когда с помощью дифракционного оптического элемента, или голограммы, создается второй

фокус на линзе-хрусталике, уже имеющей один фокус, как любая линза. И вот эти два фокуса обеспечивают нормальное зрение и вблизи, и вдали одновременно. По нашей технологии в новосибирском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» проведено уже несколько тысяч операций.

— Знаю, вы активно занимаетесь аддитивными технологиями. Что это такое и зачем они нужны?

— Аддитивные технологии, или технологии послойного синтеза, — сегодня одно из наиболее динамично развивающихся направлений цифрового производства. В недалеком прошлом, лет 10–15 назад, такие технологии использовались преимущественно в традиционно технологически продвинутых отраслях — автомобильной, авиационной и аэрокосмической, а также в приборостроении и медицине. Сейчас все больше направлений промышленности активно осваивают эти технологии. Все чаще их используют научно-исследовательские организации, архитектурные и конструкторские бюро. Во многих колледжах и университетах аддитивные машины, или, как их часто называют, 3D-принтеры стали неотъемлемой частью учебного процесса для профессионального обучения инженерным специальностям. При этом мы вынуждены констатировать существенное отставание России от развитых стран в аддитивных технологиях. В частности, в России не производятся 3D-принтеры для металлических и керамических изделий.

Существует множество технологий, которые можно назвать аддитивными, их все объединяет одно: построение модели происходит путем добавления материала (от англ. *add* — «добавлять») в отличие от традиционных технологий, где создание детали происходит путем удаления лишнего материала.

Сергей Алексеевич Бабин,

заместитель директора по научной работе,
заведующий лабораторией волоконной оптики:

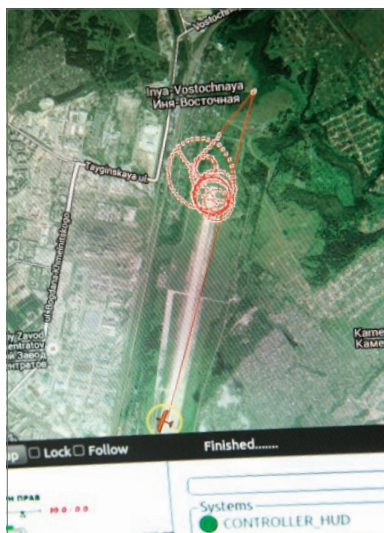
— У нас есть немало фундаментальных работ, имеющих большой прикладной выход. Скажем, очень длинный лазер в обычном телекоммуникационном волокне, дешевый, который, как оказалось, обладает уникальными свойствами. С его помощью можно получать достаточно равномерное распределение световой мощности и этот свет использовать для подкачки информационного сигнала. Информационный сигнал распространяется без потерь, на длинные расстояния без промежуточных усилителей. Эта работа у нас опубликована в журнале *Nature Photonics*.

Или наш одночастотный лазер — это кусочек волокна, выступающий источником узкополосного стабильного излучения. Мы сделали такой лазер, сузили его спектр до предельных величин, и теперь все это успешно используется в системе оптических стандартов частоты, важных, например, для системы ГЛОНАСС.

Юрий Николаевич Золотухин,

главный научный сотрудник
лаборатории нечетких технологий:

— Мы разрабатываем технологию динамически подобных свободно летающих моделей летательных аппаратов. Обычно летательный аппарат рисуют на бумаге умные люди в КБ, потом делают модель, продувают в трубе, снимают какие-то характеристики. После этого строят опытный самолет, сажают летчика — и с богом, полетели. Иногда люди погибают, дорогая техника выходит из строя. Можно ли этого избежать? Можно. Далеко вперед шагнули техника и микроэлектроника, появились композитные материалы, которые позволяют делать легкие изделия с хорошими, но маленькими двигателями, которые один в один повторяют этот самолет и в воздухе ведут себя так же. То есть можно обойтись без летчика-испытателя. Мы делаем наземный пункт управления и можем испытывать самолеты прямо в лаборатории. Таким образом, можно проверить прочность и надежность любой новой техники, не рискуя человеческими жизнями и не тратя лишних денег.



Карта с маршрутом полета беспилотника



Задача лаборатории нечетких технологий — встроить «умные мозги» в беспилотники разных типов и предназначений

По аддитивным технологиям сейчас в России создается несколько типов кластеров или сообществ. Есть такой кластер и у нас. В него входят четыре академических института, Новосибирский государственный технический университет и несколько промышленных предприятий. Он отличается от всех остальных тем, что мы сориентированы на изготовление отечественных машин и порошков. Мы хотим сделать все целиком свое. И мы это сделать можем. Использование аддитивных технологий открывает перед человечеством принципиально новые возможности. Это создание материалов с иными, крайне сложными формами и новыми свойствами, с помощью которых возможно многое, включая уникальное протезирование в медицине. ■

Беседовала Наталья Лескова

СПРАВКА

Анатолий Михайлович Шалагин

- Директор Института автоматики и электрометрии СО РАН, доктор физико-математических наук, академик.
- Родился 5 июля 1943 г. в Комсомольске-на-Амуре.
- Окончил физический факультет Новосибирского государственного университета (1965).
- **Спектр научных интересов:** квантовая оптика, нелинейная спектроскопия, квантовая электроника и газовая кинетика в поле лазерного излучения; открыл явление светоиндуцированного дрейфа частиц.
- **Награды и премии:** золотая медаль им. П.Н. Лебедева РАН (1993).

Сергей Михайлович Борзов,

заведующий лабораторией информационной оптики:

— Наша лаборатория занимается созданием методов и программно-алгоритмических средств обработки изображений. С помощью программы, позволяющей сформировать изображение повышенного разрешения движущегося объекта по серии последовательных изображений, можно восстановить номера автомобиля или распознать лица людей. Это важно, в первую очередь, для обеспечения безопасности. Другая программа, анализирующая последовательность изображений, ориентирована на обеспечение безопасности в людных местах. Это то, что называется определением оставленных предметов. Тревога возникает в том случае, если предмет долго остается без движения. Таким образом, бесхозные предметы оказываются под контролем. Еще одна разработка, над которой мы трудились совместно с Институтом ядерной физики, — это система досмотра пассажиров на основе малодозного рентгеновского аппарата, функционирующая в аэропорту Толмачево. Написанная

нами программа подсказывает оператору, где есть подозрительные зоны, нетипичные для изображений тела человека. Еще один пример — программа, которая позволяет через спутники обнаружить выборочные рубки леса. Сравнивая выделенные подозрительные зоны с картой разрешенных рубок, можно понять, законно ли производятся эти действия.

Иван Александрович Лобач,

научный сотрудник лаборатории волоконной оптики:

— Мы создали перестраиваемый волоконный лазер, который не требует каких-либо специальных элементов для перестройки. На основе этого лазера мы разработали устройство для опроса волоконных сенсорных систем, которое может применяться, например, для мониторинга механических конструкций зданий (распределения напряжений и температуры в них), в нефтегазовой промышленности. Эти датчики записываются в волокне, которое помещается в скважину, и затем можно будет оптическим методом получать всю необходимую информацию о температуре или механических напряжениях в шахте.

В мире Науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Наши партнеры:



PETER



SERVICE



Сибирское отделение РАН



РОСАТОМ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



очевидное
невероятное



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ
Научная Россия

Основатель и первый главный редактор
журнала «В мире науки / Scientific American»
профессор Сергей Петрович Капица



Учредитель и издатель:

Некоммерческое партнерство «Международное партнерство распространения научных знаний»

Главный редактор:

В.Е. Фортвов

Первый заместитель главного редактора:

А.Л. Асеев

Заместитель главного редактора:

С.В. Попова

Ответственный секретарь:

О.И. Стрельцова

Зав. отделом иностранных материалов:

А.Ю. Мостинская

Шеф-редактор иностранных материалов:

В.Д. Ардаматская

Зав. отделом российских материалов:

О.Л. Беленицкая

Выпускающий редактор:

М.А. Янушкевич

Обозреватели:

В.С. Губарев, Ф.С. Капица, В.Ю. Чумаков

Администратор редакции:

О.М. Горлова

Научные консультанты:

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. С.В. Алексеев; чл.-корр. РАН, д.х.н., проф. В.И. Бухтияров; акад., д.х.н. В.В. Власов; д.ф.-м.н., проф. РАН С.В. Головин; д.э.н., проф. В.В. Кулешов; чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. А.В. Латышев; акад., д.х.н. Н.З. Ляхов; акад., д.х.н. В.Н. Пармон; акад., д.г.-м.н. Н.П. Похиленко; д.э.н. В.Е. Селиверстов; д.ф.-м.н., проф. М.П. Федорук; акад., д.ф.-м.н. В.М. Фомин; д.т.н. Ю.В. Чугуй; акад., д.ф.-м.н. А.М. Шалагин; чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. А.Н. Шиплюк; акад., д.т.н. М.И. Эпов

Над номером работали:

В.С. Губарев, Н.Л. Лескова, А.В. Соболевский

Арт-директор:

Д.В. Левин

Верстка:

А.Р. Гукасян

Корректур:

Я.Т. Лебедева

Президент координационного совета НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.Е. Фортвов

Директор НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

С.В. Попова

Заместитель директора НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.К. Рыбникова

Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко

Главный бухгалтер:

Е.Р. Мещерякова

Адрес редакции:

Москва, ул. Ленинские горы, 1, к. 46, офис 138;
тел./факс: 8 (495) 939-42-66; e-mail: info@sciam.ru; www.sciam.ru

Отпечатано:

в АО «ПК «ЭКСТРА М», 143405, Московская область, Красногорский р-н, г. Красногорск, автодорога «Балтия», 23-й км, владение 1, д. 1
Заказ №6 16-05-00463

© В МИРЕ НАУКИ. Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати.

Свидетельство ПИ № ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

Тираж: 12 500 экземпляров

Цена договорная

Авторские права НП «Международное партнерство распространения научных знаний».

© Все права защищены. Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции. При цитировании ссылка на «В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов и не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Цикл телепрограмм

ИДЕИ, МЕНЯЮЩИЕ МИР



Автор и ведущая —

Эвелина Закамская

РОССИЯ 24

**очевидное
невероятное**



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия



Дирк Хельбинг:
как выжить
в информационной
лавине

Виктор Матвеев:
увидеть миг
рождения материи



Джон Перкинс:
исповедь
раскаявшегося шпиона

Майкл Газзанига:
автор концепции
«криминального мозга»



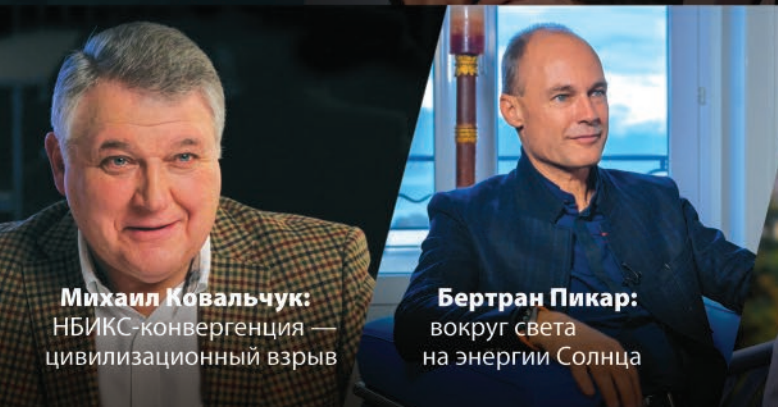
Джин Шарп:
человек,
взорвавший мир

Ноам Хомский:
интеллектуал
Западного полушария



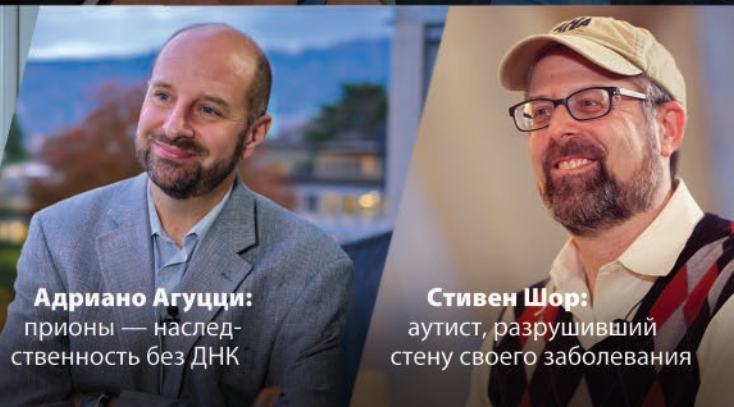
Дэвид Гросс:
физика — это приключение

Рольф-Дитер Хойер:
человек, объявивший
о «поимке» бозона Хиггса



Михаил Ковальчук:
НБИКС-конвергенция —
цивилизационный взрыв

Бертран Пикар:
вокруг света
на энергии Солнца



Адриано Агуцци:
прионы — наслед-
ственность без ДНК

Стивен Шор:
аутист, разрушивший
стену своего заболевания



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия

<http://scientificrussia.ru>

