

# Наука Сибири

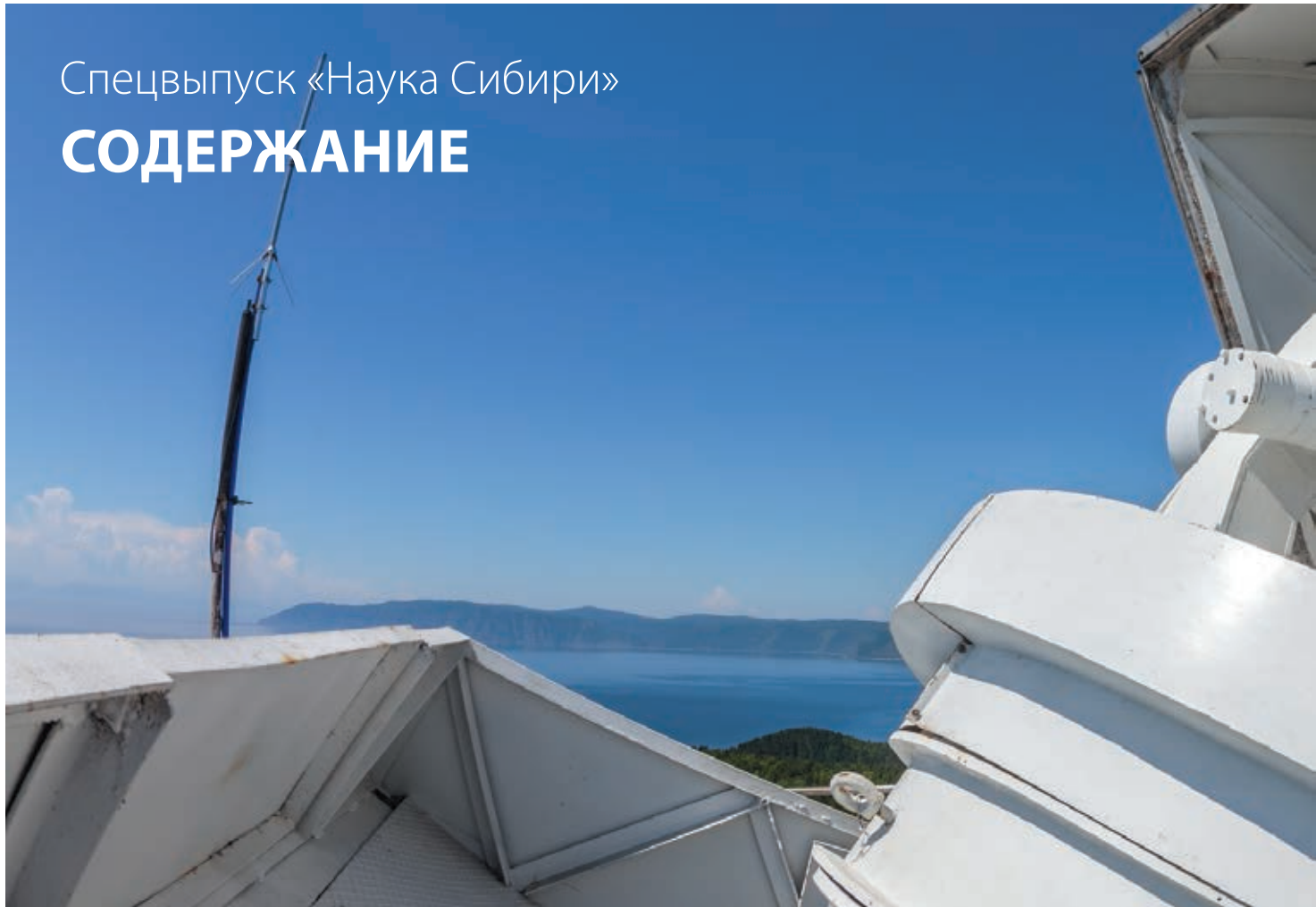
Спецвыпуск

12 2015

«Чем масштабнее будет  
развиваться Сибирь,  
тем быстрее будет расти мощь  
всего нашего государства».

Академик  
**М.А. Лаврентьев**





## НАУКА И ОБЩЕСТВО

### Российская наука: время испытаний 114

Председатель Сибирского отделения РАН академик **Александр Асеев** — о достижениях и трудностях в работе академии

## ФИЗИКА СОЛНЦА

### Земное эхо солнечных бурь 122

Научный руководитель иркутского Института солнечно-земной физики, заместитель председателя СО РАН по координации мегапроекта по созданию Национального гелиофизического комплекса РАН академик **Гелий Жеребцов** — о работе над проектом

## ИННОВАЦИИ

### Лечение импортозависимости: омский рецепт 134

Каковы перспективы нового омского кластера, рассказывает научный руководитель ОНЦ СО РАН член-корреспондент РАН **Владимир Лихолобов**



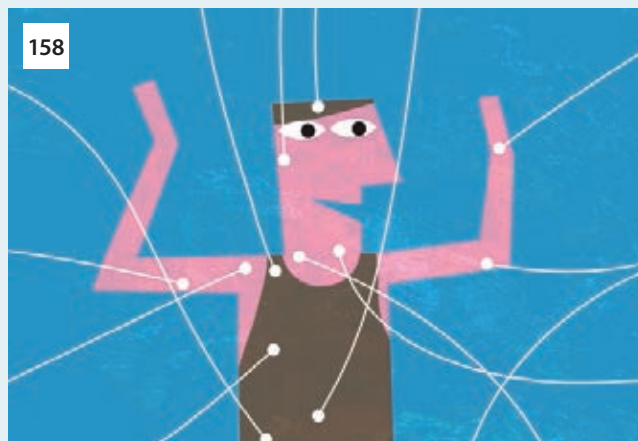
## РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ

### В поисках недостающего звена 138

Как активизировать потенциал Новосибирской области, знает заместитель директора Института экономики и организации промышленного производства СО РАН **Вячеслав Селиверстов**

### Сибирский путь от научной идеи до внедрения 144

Главное — найти работоспособные механизмы взаимодействия бизнеса и науки, полагает директор Института физики полупроводников СО РАН член-корреспондент РАН **Александр Латышев**





#### ФАРМАКОЛОГИЯ

### Химия здоровья

О работе Иркутского института химии СО РАН рассказывает его научный руководитель академик **Борис Трофимов**

150

#### МЕЗОМЕХАНИКА

### Философия новых материалов

О новом научном направлении — директор Института физики прочности и материаловедения член-корреспондент РАН **Сергей Псахье**

162

### Время для новых подходов

Введение новых подходов в практику потребует времени, считает заместитель председателя СО РАН, руководитель отдела экспериментальной и клинической нейронауки в НИИ физиологии и фундаментальной медицины академик **Любомир Афтанас**

158

#### ФАРМАКОЛОГИЯ

### Механохимия — фармацевтике

Сибирские химики из Института химии твердого тела и механохимии СО РАН и Новосибирского института органической химии СО РАН — о последних достижениях российской науки

166





Российская наука:

# ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЙ



Доктор физико-математических наук, вице-президент Российской академии наук, председатель Сибирского отделения РАН академик **Александр Леонидович Асеев** рассказал нашему журналу о достижениях и трудностях в работе академии, а также о научных прорывах, которые непременно произойдут в ближайшем будущем

## Российская наука, как и советская, никогда не работала в тепличных условиях. Тяжелейшим испытанием для нее стали 90-е гг. прошлого века, но и сейчас академия живет в условиях проверки на прочность

— **Александр Леонидович, третий год российская наука живет по новым правилам. Чем великим за прошедший период может похвастать РАН в целом и СО РАН в частности?**

— Российская наука, как и советская, никогда не работала в тепличных условиях. И финансирование — это вовсе не главная проблема. Тяжелейшим испытанием для нас стали 90-е гг. прошлого века, но и сейчас академия живет в условиях проверки на прочность. Насколько я понимаю, по замыслу безвестных реформаторов ожидалось, что от Российской академии наук давно уже осталась только оболочка, начнется реформа — и РАН рассыплется сама собой. На самом деле ничего подобного не произошло. Академия во многом консолидировалась, особенно это касается Сибирского отделения. Встряска пошла на пользу академии: начался процесс отделения зерен от плевел. Есть коллективы, которые выдают прекрасные результаты, и их много, а отстающие тоже не собираются сдаваться — за редчайшим исключением.

— **Было много опасений, что, если уйдут старые директора, все рухнет.**

— Уходящее поколение академиков, безусловно, имеет колоссальный опыт и авторитет в научном мире как в России, так и за рубежом. Но кроме таланта и знаний нужна энергия. Мы-то видим, что все правительственные структуры на поколение, на два и даже на три моложе тех, кто работает и руководит в академии. Молодая генерация директоров академических институтов в Сибирском отделении — блестящие молодые люди. Они высокопрофессиональны, энергичны, обладают мощной базой знаний, прекрасно говорят на английском и хорошо адаптированы в научном сообществе.

В июне этого года в Новосибирске прошел крупный международный форум технологического развития «Технопром», в котором участвовали руководители высокотехнологических российских предприятий, приезжала большая делегация японских бизнесменов во главе с послом Японии. Летом нас навестила также



Председатель Сибирского отделения РАН академик А.Л. Асеев

представительная делегация Индии, приезжали коллеги из германского Института полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера. Благодаря энергии и задору молодых директоров встречи прошли очень продуктивно. Они хорошо себя проявляют — и как ученые, и как организаторы.

Что касается продуктивности, надо отметить две отрасли науки, успехи в которых меня впечатляют больше всего. Во-первых, ядерная физика. Недавно в нашем Институте ядерной физики СО РАН им. Г.И. Будкера — а это крупнейший институт в системе РАН — мы встречали полномочного представителя президента в Сибирском федеральном округе — генерала армии Н.Е. Рогожкина. Он был настроен очень по-боевому, бескомпромиссно, как принято у генералов, задавал много вопросов по сути проблем, вникал во все детали. По окончании визита он очень высоко оценил работу института, признал его уникальным, ведь результаты фундаментальных исследований высокого уровня действительно впечатляют.

— **Чем же удивили генерала?**

— Показали очень много сложных научных установок: ускоритель на встречных пучках, самые сложные детекторы ядерных частиц, системы

электронного охлаждения, позитронный генератор, ускоритель, который входит составной частью в мегапроект «Супер-чарм-тау-фабрика»... Рогожкин спросил, для чего мы занимаемся ядерной физикой, ведь после войны развивать это направление было необходимо для создания бомбы, а сейчас зачем? Недавно назначенный директор института член-корреспондент РАН П.В. Логачев не растерялся. Он, кстати, молодой, ему всего 50 лет. Объяснил, что сейчас физика стоит перед вызовами, для которых и строятся эти громадные установки. Мы очень мало знаем о том, как устроен мир вокруг нас, что происходит в космофизике (образование сверхновых, черные дыры, разбегание галактик с все увеличивающейся скоростью), неясна природа темной материи и темной энергии. Будущие физические открытия приведут к переворотам и в энергетике, и вообще в понимании того, что происходит в мире больших энергий. Эта пояснение очень понравилась генералу.

— **Генералу пришлось по душе, что вы преследуете сугубо мирные цели?**

— Не только. Сколько мы бы ни говорили о стремлении к миру и разоружению, развитие и совершенствование вооружений с той или иной степенью интенсивности идут постоянно. Сейчас важна область, где моделируются процессы, связанные с атомным оружием, происходит его компактирование, увеличение эффективности и т.д. Институт ядерной физики выполняет очень большую и важную работу в этой области для нашего ведущего ядерного центра в Снежинске.

Институт имеет также производственную базу и выступает крупнейшим экспортером Сибирского региона среди предприятий высокотехнологического профиля. Он поставляет за рубеж ускорители разного типа, которые очень востребованы. У них много приложений: обеззараживание зерна, термоусадка кабельной продукции, стерилизация медицинского инструмента и т.д. В лучевой медицине разработки института тоже крайне востребованы, это мощно развивающееся направление высшего мирового класса.

— **Это все ядерная физика. Но вы сказали о двух отраслях.**

— Происходит много важнейших изменений в направлениях, связанных с биологией, медициной, фармацевтикой. Здесь тоже появляются результаты прорывного характера. Этому будет

посвящена декабрьская научная сессия РАН. Например, президентскую премию для молодых ученых в феврале этого года получил один из молодых ученых нашего Института химической биологии и фундаментальной медицины Никита Кузнецов. Он занимается проблемой регенерации ДНК. Кстати, в этой же области исследований сейчас получена Нобелевская премия по химии учеными из Швеции и США, один из лауреатов из США — турок по происхождению. Есть в том же институте еще один талантливый молодой ученый, Максим Филипенко. Он получил из рук министра здравоохранения В.И. Скворцовой премию Минздрава «Призвание» за работы примерно в том же направлении.

Суть в том, что мы живем в условиях, когда организм подвергается колоссальному количеству воздействий. ДНК — это цепочка длиной почти в миллиметры, но очень тонкая — два-три межмолекулярных расстояния, толщина до нанометра. В ДНК возникают повреждения из-за внешних факторов — света, радиации, различных инородных молекул, поступающих в организм с питанием, дыханием и т.д. Если представить ее в виде Трансиба, скорость повреждений и их количество таковы, что аварийные ситуации возникали бы через каждые 100 м. Но есть молекулярные механизмы, которые эти повреждения убирают, — такие своеобразные ремонтные бригады быстрого реагирования. Однако в какой-то момент организм перестает справляться, и тогда развиваются болезни вплоть до онкологии. Поэтому важно разрабатывать способы, помогающие регенерации ДНК.

— **Это уже медицина на генетическом уровне.**

— Совершенно верно. В этой области мы уже достигли много, но интересного впереди еще больше.

### План по открытиям

— Планировалось, что ФАНО избавит нас от бюрократии. Однако она не просто выросла, а выросла многократно. Мы попали в качественно иную ситуацию. У нас работает очень уважаемый и заслуженный академик В.Е. Накоряков. Он недавно опубликовал в одном из номеров «Эксперта» статью о реформе РАН, где сравнил нашу ситуацию с описанной в произведениях Франца Кафки «Замок» и «Процесс». Один в один: мы сейчас имеем дело с каким-то бюрократическим абсурдом, а судьба РАН, которую обвиняют в неназываемых прегрешениях, в точности повторяет судьбу героя

«Процесса»! Основа понятна: наука — это сложное дело, требующее особой подготовки и талантов, но в ФАНО назначены люди в принципе хорошие, однако от науки далекие. Возможно, из самых благих побуждений они пытаются решить незнакомые им проблемы доступными им бюрократическими средствами.

— **Ставить задачи и определять результаты экспериментов приказами и директивами?**

— Грубо говоря, да. То, что Федеральное агентство научных организаций пытается решать сложные проблемы организации науки на основе формализованных процедур — опасное явление. Потому что в науке должны быть свобода поиска, открытость и демократия, строгая экспертиза научного сообщества, право на ошибку, хотим мы этого или нет.

— **Взаимоотношения РАН и ФАНО за последний год изменились. Что-то стало лучше — или, наоборот, хуже?**

— Нельзя сказать, что они такие ужасные, как иногда пишут (или приписывают участникам дискуссии о ходе реформ). Непрерывно идет поиск вариантов компромиссных решений. Но все-таки проблема, о которой говорил академик В.Е. Фортвов на президентском совете

в декабре прошлого года, так и осталась: центр управления должен по возможности максимально совпадать с центром компетенции. У нас периодически то одна структура заявляет, что она обладает лучшим набором компетенций, то другая. Сейчас на это претендует ФАНО, но реально это далеко не так.

Компетенции распределены, и я далек от мысли, что они все сосредоточены только в академии. Кадры высокого уровня, безусловно, у нас есть и в РАН, и в ГИЦ, и в университетах, и в ведущих корпорациях, но из-за высококонкурентной гонки за бюджетные ресурсы особой пользы для дела при настоящем уровне взаимодействия РАН и ФАНО нет. Это и характеризует с высоты птичьего полета взаимодействие академии с ФАНО. Работать надо вместе, используя в полной мере как компетенции и квалификацию членов РАН, так и управленческие таланты сотрудников ФАНО.

— **А как же правило двух ключей?**

— Оно полностью выхолощено. В конце мая появилось постановление правительства, в котором, по сути, ни о каких двух ключах речи нет. Просто ФАНО некоторые свои действия обязано согласовывать с академией. Если РАН имеет другую точку

## Сегодня работать надо вместе, используя в полной мере как компетенции и квалификацию членов РАН, так и управленческие таланты сотрудников ФАНО

зрения, упирается или противодействует, в дело вступает арбитр в лице вице-премьера А.В. Дворковича. Я его очень уважаю, но при нем нет авторитетных и высококвалифицированных экспертов, которые бы ему подсказали правильное решение. Механизм взаимодействия РАН и ФАНО актуализирован лишь по формальным признакам, и это, наверное, самое важное, что должно быть исправлено в срочном порядке. Иначе не избежать серьезных потерь и серьезных проблем.

**— Что положительного сделало ФАНО за прошедший год?**

— Как-то разобралось с имуществом. У РАН никогда не было достаточно средств, а федеральное имущество в оперативном управлении РАН — весьма дорогостоящее и высоколиквидное. Понятно, что для академии приоритетом всегда было вложение средств в проведение исследований, а не в должное оформление имущества. В этом плане ситуация, конечно, улучшилась. Но чудес все-таки нет, поскольку ФАНО берет деньги из академического бюджета.

Последняя новация меня, как и моих коллег из директорского корпуса, глубоко потрясла. ФАНО объявило, что теперь налоги будут взysкивать не из бюджета, а из внебюджетных доходов институтов. Это может сильно осложнить финансовое положение институтов, потому что, как только заказчики узнают, что они должны будут содержать имущество академических организаций, платить налоги, интерес к ним резко уменьшится. Заказчики лучше заведут подобную структуру у себя, может быть, даже тех же людей возьмут. А это и есть разрушение науки как единого комплекса.

Еще одна проблема — люди. Я согласен с тезисом, что в каждой научной организации есть группа лидеров, которая двигает и прогресс, и науку. Но если из тысячи человек этих «двигателей» 100, и мы оставим их, а остальных 900 уволим, то из ста работать будут десять. Как сказал академик А.П. Кулешов, нужны подноскики снарядов. Должны быть инженеры, техники, лаборанты, каждый выполняет какую-либо полезную часть работы, а кому-то приходит в голову генеральная прорывная мысль. Но самое неприятное, что осуществляется федеральным агентством — это структуризация, а в последнее время — разбивка институтов на референтные группы с выделением организаций-«лидеров».

**— Вы считаете, что это вещи опасные?**

— В каких-то направлениях это правильно. Например, академия никогда не протестовала против объединения институтов бывшей сельскохозяйственной академии, агропромышленного комплекса. Там было много близких по тематике, но раздробленных и небольших научных организаций.

Но если мы сейчас начнем вокруг нашего Института ядерной физики сливать институты физического профиля, я думаю, будет колоссальный вред. Физика — это огромная область, которую можно уподобить гигантскому комплексу из различных зданий: в одном помещении исследуют элементарные частицы, в другом занимаются квантовой механикой, в третьем — физикой твердого тела и т.д. Объединение их непродуктивно. По моему глубочайшему убеждению, задача по проведению структуризации должна была быть поручена

РАН. Органы исполнительной власти, авторитет которых в научной среде сомнению не подвергается, должны определить граничные условия: какие бюджетные ресурсы имеются, какая нужна экспериментальная и технологическая база, какие материальные ресурсы потребуются

для развития того или иного направления. Наука — безусловно, дело дорогое.

Нам часто ставят в пример организацию науки в Германии с обществами Макса Планка, Гельмгольца, Фраунгофера и др. Федеральный бюджет упомянутого выше Института Вегенера (входит в состав Общества Гельмгольца), если я не ошибаюсь, составляет в общей сложности 130 млн евро, из них подавляющая часть — федеральные деньги, 8 млн евро — из бюджета регионов (земель) плюс 20 млн евро — грантовые и заказные поступления (внебюджетка). Институт может позволить себе содержать небольшой флот, включая ледокол, работающий как в Арктике, так и в Антарктике. Легко видеть, что любой институт в системе РАНкратно уступает по финансированию этому, заметим, не самому крупному германскому институту. Так, во время визита полпреда президента Н.Е. Рогожкина в Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука и обсуждения проблем исследования Арктики генерал искренне удивился тому факту, что РАН не имеет собственной авиации. Как же исследовать необозримые по территории и труднодоступные арктические

**Весь суммарный бюджет академических институтов — это бюджет одного американского университета, причем среднего. Тем не менее у нас ресурсы расходуются более эффективно**



Байкальская магнито-теллурическая обсерватория  
(Байкал, остров Ольхон, поселок Узур)



и приполярные территории? А ведь весь суммарный бюджет академических институтов — это бюджет одного американского университета, причем среднего. Тем не менее у нас ресурсы расходуются более эффективно. Как в советском ОПК, когда рубль действительно позволял сделать больше, чем доллар.

— **Сейчас уже определен бюджет на следующий год? Его не урежут в связи с кризисом?**

— Последней информацией я не располагаю, но, по всем заявлениям, он настолько незначителен по отношению к грандиозности задач, подлежащих выполнению, что и резать особо нечего. Поэтому, надеюсь, и существенных сокращений не следует.

**Вперед, в будущее!**

— **Когда можно ожидать скачка, прорыва в фундаментальных науках, и в каких именно?**

— Наука развивается скачкообразно. Например, кто был до Ньютона, Галилея? Были мыслители — Сократ, Платон, Аристотель, Архимед... Процесс накопления научных знаний длился сотни лет, после чего в XVI–XVII вв. произошел прорыв. Классические науки — механика, физика — дали толчок многим уникальным технологиям. В конце XIX в. многие полагали, что в физике уже все сделано, все известно, там нечем заняться. А потом появились странные явления: спектры излучения, квантование энергии, относительность движения

и т.д. Родилась квантовая механика, которая даже ее основателям казалась чем-то anomальным и непонятным. Следующий прорыв произошел в середине XX в. именно благодаря новой физике, связанной с квантовой механикой и прогрессом в понимании строения атома: ядерное оружие, транзистор, лазер, компьютер. Развитие этих направлений, особенно связанных с лазером, физикой твердого тела, полупроводниками, обеспечило информационную революцию в конце прошлого века, которая продолжается и сейчас. Видимо, теперь предстоит прорыв в биологии, но когда это произойдет, предсказать никто не может, поскольку там колоссальное количество вариантов развития событий. Неизвестно, когда и в чем именно будет прорыв, но он непременно произойдет.

— **По-вашему, мы находимся близко к этому рубежу?**

— Да, очень. Когда я полтора десятка лет назад увидел фотографию мухи, у которой с помощью методов геной инженерии глаз вырос не там, где положено, а на лапке, мне стало понятно, что тут нас ждут открытия совершенно революционные. Мы даже представить не можем, к чему это приведет.

— **Дай бог, чтобы к хорошему.**

— Согласен. Потом, мы видим, что происходит с энергетикой. Основатель и глава ОПЕК шейх Ахмед Заки Ямани говорил, что каменный век кончился не потому, что на Земле кончились камни. Так и век нефти кончится не потому, что нефть



Своей большой авиации у СО РАН нет, а вот беспилотники помогают сильно

кончится, а потому, что появятся новые технологии. Удивительные упорство и таланты китайских ученых, специалистов и бизнесменов позволили в последние годы получить дешевый поликристаллический кремний для создания фотоэлектрических преобразователей — а это революция в энергетике, доступ к дешевой солнечной энергии. Все программы в этой области в самых развитых странах теперь базируются на китайском поликремнии, в том числе и у нас.

Так постепенно появляются новые направления. Возможно, они затухнут, а может, там будут еще этапы в генерации новых открытий или достижений, и мы получим совершенно новую энергетику. Таких примеров можно привести много.

— **В тактической перспективе каких прорывных исследований или открытий вы ждете от будущего года?**

— В науке трудно быть оракулом, но мы рассчитываем на участие в крупных международных проектах. Здесь опять воодушевляющие примеры подает наш Институт ядерной физики: он участвует в программах взаимодействия с ведущими научными организациями мира, выступая членом таких проектов, как БАК, *ITER*, *XFEL*, *FAIR* и др., работает с частными зарубежными компаниями, которые занимаются термоядом, — словом, ядерная физика востребована. Причем там нужны и теоретики, и оборудование, и экспериментаторы высокого уровня. Это направление, я уверен, будет развиваться хорошо.

Если говорить о хай-теке, то, полагаю, у нас произойдет прорыв и по новым системам, и по новой организации работ для предприятий ОПК. Потребность в науке сейчас громадная. Недавно мы с коллегами были приглашены в Министерство обороны, и там официальные лица сказали: то, что делается в академии, чрезвычайно важно для них и будет всячески поддерживаться на любых уровнях. Ответственность и сложность тут повышенные. Поскольку отраслевые институты сильно пострадали в 1990-е гг., им на замену и в помощь придут успешно работающие институты академии наук. Одна из главных задач — обновить, актуализировать программу фундаментальных исследований, которая была разработана в РАН еще до реформы, но по разным причинам не пошла, а реформа ее вообще свернула. Но после обновления, серьезной доработки и переработки она будет реализована, и это станет новым витком развития высших технологий в стране, в том числе и для РАН.

Прорыв может произойти с материалами для медицины, в первую очередь нанокерамикой для имплантов и протезов, новыми материалами и устройствами для кардиологии, ожидаются развитие трансляционной медицины, клеточных и генных технологий и многое другое.

Важное значение сейчас приобретают проблемы, связанные с чрезвычайными ситуациями. В прошлом году на Алтае было катастрофическое наводнение, там пострадали десятки тысяч домохозяйств и людей. Причем оно стало точной копией

наводнения позапрошлого года — это уже входит в систему. Весной этого года сгорела Хакасия. Там тоже пострадало много населенных пунктов, есть человеческие жертвы. Осенью горели леса Прибайкалья и Забайкалья — в колоссальных масштабах.

Происходит разрегулировка климата, и в данных условиях исключительно важно понимание основополагающих закономерностей того, что с климатом происходит, хотя с точки зрения фундаментальной науки есть совершенно противоположные точки зрения, до сих пор непонятно — то ли идет потепление, то ли оно сменится похолоданием. Несмотря на общую тенденцию к потеплению, все-таки в Антарктиде не становится теплее, наоборот, даже холоднее. Пятна похолодания имеются и на северо-востоке России — на Чукотке.

Возрастает роль средне- и краткосрочного прогноза, и важнейший момент — это координация в плане той экспертной функции, которая поручена академии наук. Мы должны классифицировать, систематизировать климатические явления, выработать методику этого прогнозирования.

Важно все, что связано с Арктикой. Всех в мире интересует, что происходит в Северном Ледовитом океане. Если он вскроется ото льда и возникнет новый транспортный коридор, последствия для глобальной экономики будут исключительно весомыми — все может измениться коренным образом.

Чтобы правильно проектировать будущее, нужно хорошо знать прошлое. Мы видим, что делаем с человеческим обществом Интернет, мобильная связь, коммуникации, и мы даже не осознаем будущие проблемы. Мы неожиданно стали свидетелями мощного потока мигрантов в Европу, а ведь кто-то должен был предсказать и оценить последствия этого процесса. Тут появляется совершенно новый комплекс доселе неизвестных гуманитарных проблем — цивилизационных, социальных, информационных, так что и здесь формируется новое поле для научных исследований.

**— А как вы видите стратегические перспективы российской науки?**

— На эту тему есть интересное выражение: хочешь получить уникальную вещь — закажи ее русским, если же хочешь получить десять, сто, миллион изделий — заказывай кому угодно, только не русским. Российская наука — это наука прорывных решений. Искусство управления наукой — это не формальное регламентирование, ограничение, это нахождение талантов, креативных сообществ,

правильная их поддержка. Вот за чем будущее. Вы же понимаете, что первый спутник, первый полет человека в космос — отсюда. Потом уже на научных открытиях и достижениях делается бизнес, иногда спустя многие годы, когда созреют необходимые предпосылки.

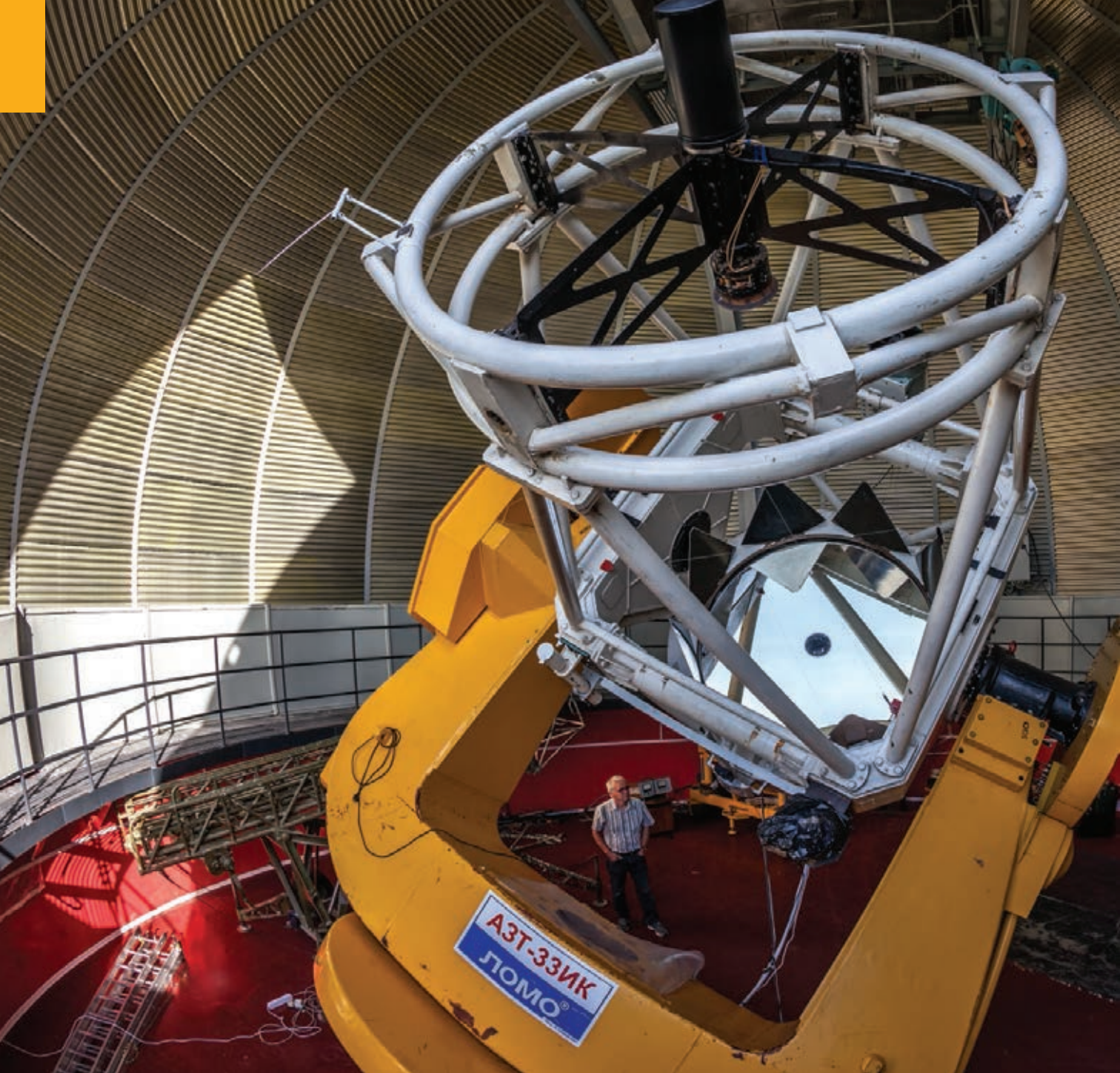
Примеров много. Первый твердотельный электронный элемент был изобретен в 1922 г. в России О.В. Лосевым. Он назывался «кристадин Лосева» — это признано во всем мире. Но тогда только закончилась Гражданская война, время было очень сложное, и в нашей стране это открытие было не востребовано. Заново оно было сделано уже в 1947 г. в компании *Bell Telephone*, когда

Джоном Бардином, Уильямом Шокли и Уолтером Браттейном был создан первый полупроводниковый транзистор и фирма была полностью готова к его использованию. Так началась блистательная эра полупроводниковой электроники.

Когда А.С. Попов написал докладную военному министру о возможности построения системы телеграфирования без проводов, резолюция была следующей: «Телеграфа без проводов не бывает». Идея не то что оказалась не понята — она опередила время. В Италии это тоже никому было не нужно, это была раздробленная страна феодального характера, а вот англичане оценили: когда Гульельмо Маркони в результате своей работы принял сигнал из Ньюфаундленда в Англии, тогда и наступил век радио. Поэтому такого рода прорывные вещи надо готовить, всячески развивая и поддерживая науку. И наука вознаградит человечество, подобно тому как из опытов Майкла Фарадея по электричеству выросла могучая электрическая цивилизация, подобно тому как на производстве созданных гением нашего соотечественника академика Ж.И. Алферова полупроводниковых гетеропереходов зиждется экономика многих развитых стран мира — Южной Кореи, Тайваня, Японии и в последнее время Китая.


Главные прорывы произойдут в биологии, потому что самая богатая научная организация в мире — это Национальные институты здравоохранения в США, ее бюджет составляет \$100 млрд. Однако ресурсы ресурсами, финансирование финансированием, но искры таланта в этой области существуют и у нас. Надо их выявлять, всячески поддерживать — и результаты непременно последуют! ■

**Беседовал Валерий Чумаков**



# Земное эхо

солнечных бурь



Первый и единственный в России  
инфракрасный телескоп АЗТ-33 ИК  
Саянской солнечной обсерватории  
ИСЗФ СО РАН. Фото: В.А. Короткоручко

## Проект гелиогеофизического комплекса разработан на основе материально- технической экспериментальной базы, Института солнечно- земной физики

**Важней всего — погода в космосе**

**— Гелий Александрович, почему после 30 лет руковод-  
ства институтом вы оставили пост директора?**

— Тридцать лет — большой срок. Я давно собирался оста-  
вить этот пост, но для продвижения проекта, которым  
стал заниматься много лет назад, требовался определен-  
ный статус, как минимум директора института. Однако  
наступил такой момент, когда заниматься одновремен-  
но продвижением проекта и руководить институтом ста-  
ло действительно трудновато. Поэтому мы посоветовались  
с коллегами в институте и решили, что Александру Пав-  
ловичу Потехину, который длительное время работал за-  
местителем директора института, необходимо возглавить  
институт, а я должен сосредоточиться на подготовитель-  
ных работах по реализации проекта гелиогеофизического  
комплекса. Институт у нас очень сложный, имеется много  
обсерваторий, приходится ежедневно решать множество  
различного рода задач, поэтому эти работы нам пришлось  
разделить. Считаю, что это было правильное решение.

**Документальный фактор**

**— Как продвигается работа над проектом?**

— Постановлением Правительства Российской Федера-  
ции были определены сроки осуществления работ по соз-  
данию Национального гелиогеофизического комплекса  
Российской академии наук — 2014–2017 гг. То есть в 2014 г.  
мы должны были уже приступить к работе, однако прохо-  
дившая реорганизация РАН, когда многие функции были  
переданы в Федеральное агентство научных организа-  
ций, существенно затормозила эти работы. Фактически  
мы приступили к проекту по указанию ФАНО только в ян-  
варе этого года. Естественно, работы приходилось прово-  
дить в спешном порядке, возникло много проблем, которые  
раньше не учитывались, в частности связанных с органи-  
зацией взаимодействия с подрядными организациями.  
Это привело к тому, что в нужный срок, когда требовалось  
предоставить документы на государственную экспертизу,  
они не были готовы. Поэтому все планы, которые были за-  
думаны для осуществления в 2015 г., пришлось сдвигать  
на 2016 г. Это, конечно, большая работа и проблема для  
всех нас и наших подрядчиков. Тем не менее работа в ин-  
ституте идет полным ходом. Пытаемся найти новые фор-  
мы взаимодействия, которые улучшили бы эффективность

Научный руководитель Института  
солнечно-земной физики Сибирского  
отделения Российской академии  
наук в Иркутске, заместитель  
председателя Сибирского отделения  
по координации мегапроекта  
по созданию Национального  
гелиофизического комплекса РАН  
**Гелий Александрович Жеребцов**  
рассказывает о работе над проектом

нашей работы. Надеюсь, мы сделаем все необходимое для того, чтобы ввести эти инструменты вовремя. Для повышения эффективности взаимодействия с подрядной организацией «Лыткаринский завод оптического стекла», которая находится под Москвой, мы приняли совместное решение об организации филиала этого предприятия в Иркутске, поскольку требуется повседневная совместная работа.

**— При выполнении подобных работ всегда будут возникать экономические и организационные проблемы. Давайте поговорим о самом проекте, что он собой представляет, для чего он нужен?**

— Наш проект гелиогеофизического комплекса — проект нового поколения. Он разработан на основе материально-технической экспериментальной базы, т.е. сети обсерваторий Института солнечно-земной физики, которая уже существует. И разработан он с целью перехода экспериментальных исследований в области физики Солнца, солнечно-земных связей на качественно новый уровень, который будет соответствовать мировому. К проблемам, решаемым с использованием инструментов комплекса, относятся такие как климат, Арктика, использование околоземного космического пространства в практической деятельности и т.д. Кроме того, важная цель при создании комплекса — обеспечение информацией

о солнечно-земных связях, о проектах критических технологий и приоритетных направлениях. В настоящее время единственный в Российской Федерации гелиофизический комплекс создан в нашем институте. Он включает в себя восемь обсерваторий, расположенных от Заполярья до границ с Монголией, и содержит ряд научных установок: Большой солнечный телескоп, солнечный коронограф, Сибирский солнечный радиотелескоп, инфракрасный телескоп, радар некогерентного рассеяния, сеть ионозондов для зондирования атмосферы. Они пока дают информацию высокого уровня. Однако базовые элементы установок разработаны и созданы в период 1960–1980 гг. и уже принципиально не могут быть изменены. В перспективе потребуются кардинальная замена и модификация всей экспериментальной базы. Развитие науки, подтвержденное частично стратегическими планами зарубежных государств, а также потребности практики ставят новые научные

задачи, для решения которых надо искать новые подходы к исследованиям Солнца, околоземного космического пространства, включающего такие области, как магнитосфера и атмосфера Земли. Чтобы достичь мирового уровня в этой области исследований и обеспечить стратегический задел на 20–30 лет, в ближайшие годы необходимо создать такие установки и комплексы. Для решения этих задач нами и разработан проект нового гелиогеофизического комплекса.

### Космический фактор

**— Чем интересно ученым околоземное космическое пространство?**

— Околоземное космическое пространство (ОКП; иногда его называют геокосмосом), — это пространство, которое ограничивается магнитным полем Земли и представляет собой неотъемлемую часть нашей планеты. Оно включает в себя такие области, как верхняя атмосфера, ионосфера и атмосфера Земли, состояние которых определяется солнечной и геомагнитной активностью. Это пространство в последнее десятилетие уже включено

в практическую деятельность человечества, а возникающие новые практические задачи требуют более глубоких его исследований. В ОКП работает большое количество космических аппаратов различного назначения, с помощью которых решаются многие экономические задачи, задачи национальной безопасности и т.д. В ОКП время от времени возникают сильные возмущения, вызванные мощными потоками заряженных частиц или замagnetической плазмы. Результатом этих возмущений становятся отказы или сбои в работе космических аппаратов. Могут повреждаться не только отдельные элементы, возможен полный выход из строя этих дорогостоящих аппаратов. Повреждения могут проявляться в виде поверхностной или объемной электризации корпуса космического аппарата либо быть следствием проникновения внутрь аппарата потоков заряженных частиц. В условиях невозмущенной околоземной плазмы воздействия на аппараты могут усиливаться при прохождении ими особых участков неоднородной магнитосферной или ионосферной плазмы. Анализ причин аварий космических аппаратов однозначно свидетельствует о том, что одной из главных причин отказов выступают экстремальные условия так называемой космической погоды.

## Околоземное космическое пространство в последнее десятилетие уже включено в практическую деятельность человечества, а возникающие новые задачи требуют более глубоких его исследований

Доктор физико-математических наук,  
академик РАН Г.А. Жеребцов



Контроль и прогнозирование состояния ОКП позволяют решить следующие задачи в интересах повышения безопасности и увеличения срока эксплуатации аппаратов: выбор наиболее безопасных моментов и траекторий запусков космических аппаратов, заблаговременное отключение наиболее уязвимых систем космических аппаратов в моменты вероятных сильных воздействий окружающей среды. Примеры использования такого контроля и прогнозирования состояния ОКП: перенос сроков запуска космических аппаратов, изменения орбиты Международной космической станции из-за угрозы столкновения с космическим мусором, предупреждение космонавтов о возможном повышении уровня радиационного излучения и потоков заряженных частиц.

Особого внимания требует Арктика, своеобразная «кухня космической погоды» на всей планете. Здесь чрезвычайно ярко проявляются как отклики в ОКП на экстремальные события на Солнце, так и эффекты взаимодействия глобальных волновых явлений в атмосфере с региональными динамическими структурами. В высоких широтах определяющую роль играют электродинамические процессы в ионосферной плазме при ее взаимодействии с магнитосферой. Особенно сильно они проявляются во время геомагнитных бурь, когда происходит интенсивное высыпание энергетических частиц, генерируются электрические поля и токи. В результате происходит сильный джоулев нагрев в верхней атмосфере, перестройка динамического режима, изменение параметров,

развитие неустойчивостей в ионосферной плазме, генерирующих неоднородности различного масштаба. Отсюда ионосферные возмущения распространяются в средние широты. Закономерности развития возмущений весьма сложны и до сих пор представляют собой предмет исследования.

За рубежом в последние годы прилагаются колоссальные усилия по развитию систем диагностики и непрерывному мониторингу ОКП в арктической зоне, в то время как в России этому уделяется неоправданно мало внимания. К тому же постоянное развитие технологий в арктической зоне и использование высокочувствительных коммуникационных средств диктует непрерывное совершенствование систем мониторинга и прогнозирования окружающей среды. Большая протяженность территории Российской Федерации (почти десять часовых поясов) определяет крайнюю необходимость проведения здесь мониторинга магнитосферно-ионосферно-атмосферного взаимодействия для составления общей глобальной картины развития возмущенности при различных экстремальных событиях на Солнце, в магнитосфере и ионосфере Земли. ОКП, как я уже сказал, оказывает большое влияние на работоспособность и эффективность использования жизненно важных технологических систем энергетики, навигации, радиосвязи с региональными центрами, кораблями и самолетами, особенно теперь, когда существуют кроссполярные маршруты.

Все сказанное определяет актуальность задачи создания крупного комплекса инструментов для

изучения Солнца и солнечно-земных связей, отсюда и понятный интерес к этому объекту исследований.

**— Я так понимаю, что требуется не просто замена устаревшей экспериментальной базы — нужны новые походы. В чем они заключаются?**

— Начну с описания сложившейся ситуации. В течение 20–25 лет положение с исследованиями околоземного космического пространства с помощью наземных средств в нашей стране стало резко ухудшаться. Многие необходимые эксперименты стали для российских исследователей просто недоступны. Причин тому несколько, но главная состоит в недооценке важности фундаментальных исследований, ориентированных на решение проблем практического использования околоземного пространства, влияния на развитие новых космических технологий, включая технологии двойного назначения. К настоящему времени в стране сложилось критическое положение в области исследований по гелиогеофизике, т.е. уровень экспериментальной базы не соответствует уровню решаемых

## Создание солнечного телескопа должно внести решающий вклад в наше понимание происхождения солнечной активности, управляющей явлениями космической погоды

и возникающих задач и проблем. Это можно проследить на примере зарубежных исследований. За последние 20 лет за рубежом для исследования Солнца, магнитосферы, внешней атмосферы, верхней атмосферы Земли, для разработки новых космических технологий создано большое количество крупных экспериментальных установок и обсерваторий нового поколения.

В США разработан и тиражируется мобильный радар некогерентного рассеяния. На Шпицбергене созданы радар и нагревной стенд, создается обсерватория полярного каспа, вокруг Северного и Южного полюсов развернута международная сеть когерентных коротковолновых радаров для изучения магнитосферно-ионосферного взаимодействия. Более трети из них принадлежат США. Построено несколько мезосферно-стратосферно-тропосферных радаров, разработаны проекты сверхмощного экваториального радара в Японии, создается многопозиционная система радаров некогерентного рассеяния нового поколения

Европейской ассоциации. В Китае ведутся работы по созданию радара некогерентного рассеяния, создается меридиональная цепь станций, которая оснащается современными зарубежными инструментами.

В области солнечной физики за рубежом в последние годы созданы и разрабатываются крупнейшие телескопы нового поколения. В США идет изготовление солнечного телескопа новых технологий. Консорциум европейских стран начал разработку четырехметрового европейского солнечного телескопа. В Германии создан и установлен на Канарских островах телескоп с диаметром зеркала 1,5 м. С 2003 г. в США работает специализированный телескоп для синоптических исследований Солнца, эксплуатация которого рассчитана на 25 лет.

Ведущие геофизические центры мира сформировались к настоящему времени в виде кластеров инструментов, объединяющих вокруг радаров некогерентного рассеяния набор радио- и оптических средств, включая мощные лидары, позволяющие проводить наиболее полную, комплексную диагностику заряженной и нейтральной компонент верхней атмосферы. Создание кластеров с такими возможностями позволит эффективно проводить исследования системы «магнитосфера — ионосфера — атмосфера» в целом. Их возможности существенно расширяет и дополняет сеть станций, я подчеркиваю это особенно, т.к. создание отдельных кластеров без наличия разветвленной сети простейших геофизических инструментов, простейших солнечных инструментов не может решить задачу мониторинга в полном объеме. Как правило, такие создаваемые кластеры имеют высокий статус международных или национальных обсерваторий.

Возникает вопрос: а что входит в состав создаваемого комплекса? Разрабатываемый комплекс включает взаимосогласованные крупные экспериментальные установки для мониторинга ОКП. Это солнечный телескоп-коронграф с диаметром зеркала 3 м для исследований физики Солнца и контроля солнечных событий; многоволновый радиогелиограф для исследования физики процессов на Солнце и всепогодного мониторинга солнечной активности; нагревной стенд для изучения нелинейных процессов при воздействии мощной радиоволны на ионосферу; радар некогерентного рассеяния для исследования и непрерывного мониторинга динамики нейтральной и ионизованной составляющих атмосферы на высотах от 10 до 2 тыс. км с высоким временным и пространственным разрешением с одновременным контролем космических объектов и сеть когерентных коротковолновых радаров для исследования проявлений магнитосферно-ионосферного атмосферного взаимодействия над арктической





**Сибирский солнечный радиотелескоп ИСЗФ СО РАН.**  
Вид с северо-востока. Фото: В.А. Короткоручко

территории Российской Федерации. Мезосферно-стратосферно-тропосферный лидар (МСТ-лидар) предназначен для круглосуточного определения до высоты 100 км и выше основных термодинамических параметров атмосферы, таких как температура, скорость и направление ветра, а также содержания примесей: озона, паров воды, аэрозоля.

Кроме того, будет создан кластер проблемно ориентированных оптических инструментов для изучения структуры и динамики нейтральной верхней атмосферы. Ну и, конечно, в целом нужно создавать центр управления, в котором будут проводиться первичная обработка и хранение материалов, поступающих с этих измерительных установок. Отмечу, что создание всего комплекса разбито на два этапа. Настоящим постановлением правительства определен первый этап, который включает в себя разработку конструкции крупного солнечного телескопа. Это большая ответственная работа, занимающая много времени, большая ее часть должна быть выполнена на первом этапе, но разработка и конструирование будет проходить и на втором этапе. Первым этапом предусмотрено создание радиогелиографа, кластера оптических инструментов, должна быть сдана в эксплуатацию также первая очередь радара некогерентного рассеяния. Естественно, работы эти будут продолжаться на втором этапе, и к 2020 г. этот комплекс должен быть завершен полностью.

### Технический фактор

**— Можно хотя бы коротко рассказать об этих установках? Какие конкретно научно-практические задачи они будут решать?**

— Создание солнечного телескопа должно внести решающий вклад в наше понимание происхождения солнечной активности, которая управляет явлениями космической погоды. Большие солнечные вспышки рождают потоки высокоэнергичных частиц, опасные для космонавтов и радиоэлектроники, установленной на космических аппаратах. Корональные выбросы массы вызывают ударные волны, которые ускоряют энергичные частицы и, кроме того, переносят плазму и магнитное поле, взаимодействующие с Землей. Вызванные при этом возмущения земного магнитного поля могут приводить к нарушениям в работе линий электропередач на Земле, они оказывают влияние на функционирование космических аппаратов, представляют опасность для здоровья космонавтов, пассажиров авиалайнеров, пересекающих полярные области Земли. Хотя эти солнечные явления охватывают значительные области поверхности светила и связаны с нарушением равновесия крупномасштабного магнитного поля Солнца, природа накопления энергии, спусковой механизм нарушения равновесия лежат в тонкоструктурной организации солнечного магнетизма.

Таким образом, именно микроструктура магнитных полей на Солнце играет существенную



*К теме пожара на ССРТ: сгоревшая станция восстановления качества электроэнергии на фоне работающего радиотелескопа. Фото: В.А. Короткоручко*

роль в физике крупномасштабных явлений солнечной активности, имеющих важное геоэффективное проявление. Солнечный телескоп позволит получить новые знания о физике этих тонкоструктурных магнитных полей в различных слоях солнечной атмосферы от корональных до самых глубоких фотосферных слоев и таким образом создать модель строения и эволюции активных и спокойных областей на Солнце. В итоге мы придем к физически обоснованным моделям солнечно-земного взаимодействия на базе реальных солнечных данных вместо тех усредненных приближений, которые сегодня используются. Важен также выбор места географического расположения телескопов: это промежуточное положение между крупными телескопами, установленными на Гавайских и Канарских островах. В перспективе это позволит проводить комплексные скоординированные исследования, значительно увеличивая время непрерывных наблюдений согласованных объектов на Солнце.

— **Кроме солнечного телескопа вы создаете еще радиотелескоп. Одного оптического телескопа недостаточно?**

— Недостаточно. Работа оптического телескопа во многом зависит от метеорологических условий. Оптический телескоп предназначен для проведения фундаментальных исследований, которые необходимы для понимания физических процессов на Солнце и внутри него. На оптических телескопах невозможно проводить непрерывный мониторинг. Для этого существуют радиотелескопы, и наш радиотелескоп, который называется радиогелиографом, предназначен для решения важных фундаментальных задач. Прежде всего, это всепогодный мониторинг солнечной активности, определение конфигурации и величин корональных магнитных полей



*«Крестный отец», идеолог и организатор проекта и строительства ССРТ доктор технических наук Г.Я. Смольков на пепелище склада запасных волноводов. Фото: В.А. Короткоручко*

в активных областях, вспышечных петлях, выбросах корональной массы, а также в атмосфере спокойного Солнца.

Телескоп позволит получать характеристики плазмы в областях энерговыделения и решать такие важнейшие проблемы, как вспышечный нагрев плазмы и процессы переноса энергии в атмосфере Солнца, обнаружение и исследование волновых процессов в ударных волнах. Исследование фундаментальных задач по физике процессов активности Солнца позволит создать базу для решения важных прикладных задач. Кроме того, сочетание корональной магнитографии, основанной на данных многоволнового радиогелиографа, с оптическими наблюдениями солнечным телескопом позволит решить задачу экстраполяции магнитных полей и переноса энергии из нижних слоев фотосферы в корону. Теперь о некоторых задачах, имеющих важное прикладное значение. Прежде всего, задача всепогодного мониторинга солнечной активности имеет не только научный, но и практический характер. Кроме того, радиоизлучение мощных солнечных всплесков может приводить к существенным помехам в сигналах, получаемых от глобальных спутниковых навигационных систем. Наблюдения солнечного радиоизлучения важны не только для

научных исследований, но и для мониторинга среды, в которой работают современные технологии. Поэтому очень важно учитывать эти явления при разработке новой техники с точки зрения помехоустойчивости. Контроль помехозащищенности радаров ставит задачу разработки методов прогноза не просто вспышек, а вспышек с высокой интенсивностью излучения.

**— Вы достаточно подробно рассказали о солнечных инструментах, необходимых для оценки состояния Солнца. А что вы будете использовать для изучения околоземного космического пространства?**

— Установка «некогерентный радар — мезостратосферно-тропосферный радар» станет ядром кластера радиофизических инструментов для исследования ионосферы и атмосферы в составе Национального гелиогеофизического комплекса РАН. Этот комплекс предназначен для решения проблем физики ионосферы и атмосферы, для изучения нелинейных эффектов в ионосфере. Структурно радиофизический комплекс состоит из основного кластера инструментов: радара некогерентного рассеяния, нагревного стенда с системой малых проблемно-ориентированных инструментов, расположенных в районе дислокации этого радара, а также меридиональной цепочки станций, которую предполагается организовать практически вдоль магнитного меридиана Норильск — Иркутск.

Расположение радиофизического комплекса на территории России тоже уникально, т.к. позволяет получать важные геофизические данные, осуществлять контроль околоземного космического пространства в центре России и существенно дополнить данные наблюдения геофизических центров США, Европы и Японии для получения глобальных распределений параметров среды. Надо понимать, что исследование таких объектов, как околоземное космическое пространство, требует не только своих национальных инструментов — нужна крупная широкомасштабная международная кооперация. Этот радар позволит активно участвовать в международных программах. Как я уже сказал, основным объектом радиофизических исследований станет верхняя атмосфера, которая расположена на высотах 80–1,5 тыс. км и составляет одну из важнейших частей единой системы «Солнце — Земля», играя

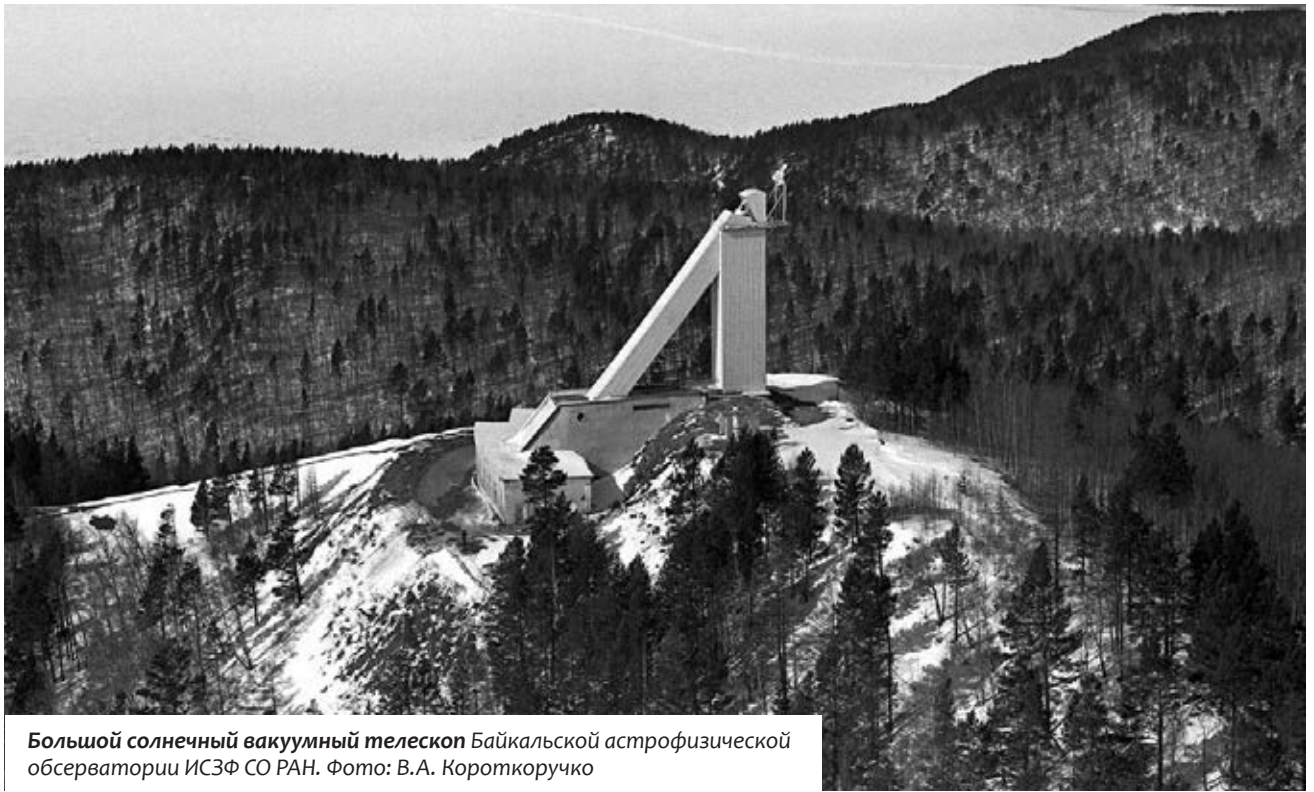
ключевую роль в процессах взаимодействия ионизированной и нейтральной газовых оболочек Земли. С одной стороны, эти процессы определяются солнечным излучением и плазменным механизмом преобразования энергии и передачи импульса в цепочке «солнечный ветер — магнитосфера — ионосфера — термосфера», с другой — энергетика, структура и динамика верхней атмосферы определяется также воздействием планетарных волн, колебаний внутренних гравитационных волн, турбулентных процессов, генерируемых в нижележащих слоях атмосферы.

Радиофизический комплекс должен внести вклад в изучение этого взаимодействия на основе комплексных взаимодополняющих измерений параметров ионизированных нейтральных компонентов, составляющих верхнюю атмосферу, с помощью радиофизического комплекса и лидарно-оптического комплекса, который также входит в состав нашего Национального геофизического комплекса. Важную роль в этих исследованиях будет играть МСТ-радар, позволяющий измерять параметры атмосферы в интервале высот от приземного слоя до 90 км. Этот эффективный метод

будет впервые реализован в нашей стране на радиофизическом комплексе. Это позволит проводить с помощью его и лидарно-оптического комплекса изучение всех слоев атмосферы как единой системы, а это одно из магистральных направлений развития атмосферных исследований. Ионизированная часть верхней атмосферы эффективно взаимодействует с радиоволнами различных частот, что представляет большой интерес для радиофизических исследований. Мы получим уникальную возможность для исследования распространения радиоволн, в том числе нелинейных, одновременно с высокой информативной диагностикой ионосферной плазмы.

Результаты исследования ионосферы и верхней атмосферы на радиофизическом комплексе дадут возможность проведения с его помощью высокоинформативного мониторинга околоземного космического пространства. Эти результаты представляются важными для различных областей науки и технологий космической и наземной радиосвязи, радиолокации навигации космических аппаратов и спутников контроля околоземного космического пространства, включая проблему космического мусора. Таким образом, основная задача

## Результаты исследования ионосферы и верхней атмосферы дадут возможность проведения с его помощью высокоинформативного мониторинга околоземного космического пространства



**Большой солнечный вакуумный телескоп** Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН. Фото: В.А. Короткоручко

радар — проведение комплексных исследований физических процессов в околоземном космическом пространстве от наземного слоя до высот термосферы, ионосферы и магнитосферы.

Российская сеть когерентных коротковолновых радаров будет наиболее эффективным инструментом для исследований проявлений магнитосферно-ионосферно-атмосферного взаимодействия над арктической территорией России. При поддержке Сибирского отделения РАН и Росгидромета в 2012 г. в режиме непрерывного мониторинга был запущен первый российский когерентный радар. Он расположен под Екатеринбургом. Проектом предусмотрено размещение подобных радаров в районах Иркутска и Магадана. В ближайшее время на зарубежных станциях планируется развернуть еще несколько радаров. Таким образом, будет построена значительная высокая плотность из системы этих радаров, однако без участия России, территория которой охватывает долготный сектор более 100 градусов, невозможно с достаточной точностью прогнозировать развитие возмущений верхней атмосферы во время геомагнитных бурь. Российская система КВ-радаров будет решать задачи поддержки функционирования различных систем радиосвязи на территории России, в том числе связанных с обеспечением систем загоризонтной радиолокации, задач радионавигации, радиосвязи в высокоширотных областях России. Система радаров позволит проводить круглосуточный мониторинг

областей формирования мелкомасштабных неоднородностей и систем ионосферных токов. Эти характеристики наряду с областями выпадения частиц оказывают основное влияние на процессы формирования помеховой обстановки и качества приема радиосигналов.

**— При работе комплекса проблемно ориентированных оптических инструментов будет ли необходимость в проведении исследований с помощью спутников?**

— Этот комплекс должен внести вклад в изучение обширного круга явлений, связанных с солнечной активностью, магнитосферно-ионосферного взаимодействием, взаимодействием между верхними и нижними слоями атмосферы, литосферно-атмосферными связями. Это позволит детально изучить часть структуры и динамики нейтральной среднеширотной атмосферы. Создание гелиогеофизического комплекса не заменит спутниковые измерения. Эти методы исследования Солнца и околоземного космического пространства должны взаимно дополнять друг друга, но каждый из них должен решать свои задачи. С помощью искусственных спутников Земли необходимо контролировать межпланетное магнитное поле и параметры солнечного ветра. Это исключительно важно для прогноза солнечной активности и воздействия солнечных явлений на нашу планету. Поэтому спутниковые измерения по-прежнему будут необходимы для решения задач по диагностике и прогнозу состояния ОКП.

— **Гелий Александрович, прежде чем начать обсуждать мегапроект, вы сказали, что в этом году в институте большое событие — введен в строй астрокомплекс. Это часть мегапроекта или что-то иное?**

— Нет, это самостоятельный проект. В течение последних 15 лет в институте была проделана большая работа. В этом году мы ввели его в опытную эксплуатацию. Астрокомплекс расположен в Саянской солнечной обсерватории и состоит из двух астрономических башен-телескопов — инфракрасного телескопа и телескопа с широкоугольным обзором — и технического здания. Астрокомплекс предназначен для решения фундаментальных и прикладных задач с целью контроля космического пространства, техногенных засорений, т.е. космического мусора и астероидно-кометной опасности, а также для наблюдения за искусственными спутниками Земли в интервале высот от 400 до 70 тыс. км.

В состав астрокомплекса входит еще один телескоп АЗТ-14, который был нами построен раньше. В его задачи входили измерение координат искусственных спутников Земли на геостационарной орбите, уточнение орбит в интересах пополнения Российского каталога системы контроля космического пространства и главного каталога фоноцелевой обстановки в стратегической космической зоне. Кроме того, с его помощью проводились поиск и измерение пассивных, т.е. не работающих космических аппаратов, с его же помощью идентифицировались неизвестные объекты. Проводились наблюдения низкоорбитальных космических аппаратов, контроль технического состояния космических аппаратов по регистрации их блеска. А вот два новых телескопа — результат капитального

строительства. Инфракрасный телескоп — первый и пока единственный в нашей стране, который предназначен для измерения отражательных и излучательных характеристик космических аппаратов в видимом и инфракрасном диапазонах. С его помощью проводятся наблюдения за искусственными спутниками Земли от 200 до 70 тыс. км в дневных условиях и на теневых участках орбиты.

Широкоугольный обзорно-поисковый телескоп с полем зрения три градуса позволяет проводить высокоскоростной обзор неба со скоростью более 50 квадратных градусов в час при проникающей способности до 21 звездной величины. Широкоугольный телескоп позволяет быстро осуществлять обзор неба и регистрировать все появляющиеся кометы, астероиды, т.е. объекты естественного происхождения. Но он позволяет регистрировать и мелкоразмерные объекты, которые имеют техногенный характер. Телескоп позволяет с большой скоростью просматривать небо, за короткое время регистрировать все появившиеся новые объекты, выделять те, которые мы намерены исследовать. На интересующий нас объект наводится инфракрасный телескоп с целью проведения необходимых измерений и исследований. Введение такого комплекса — большое событие в нашей науке, поскольку позволяет решать не только научные задачи, но и очень важные прикладные, в том числе в интересах безопасности страны.

### Человеческий фактор

— **С астрономическим астрокомплексом понятно. А как вы планируете использовать гелиогеофизический комплекс? Для работы на нем требуются новые специалисты или это будут сотрудники вашего института?**

— Вы задали очень важный вопрос. Для работы в уже существующих в институте обсерваториях, анализа имеющихся экспериментальных материалов, проведения экспериментов в полном объеме людей недостаточно. Требуется не менее 25–30 человек. Для нового комплекса нужно немедленно готовить новые кадры, заключать договоры с соответствующими университетами и читать необходимые курсы для студентов, которых мы предполагаем принять к себе на работу. По окончании университета желательно направить их на стажировку в крупные научные центры, в том числе зарубежные. Для того чтобы они могли работать



Так выглядел центральный пульт радара до передачи его ученым. Фото: В.А. Короткоручко

Фрагмент Сибирского солнечного радиотелескопа. Фото: В.А. Короткоручко



у нас в институте, надо начинать строить жилье. Эти принципиальные вопросы мы обсуждали в ФАНО, но, к сожалению, они не перешли в практическую плоскость.

Далее, уже сейчас мы должны рассчитать эксплуатационные расходы и необходимое финансирование на проведение исследовательских работ, чтобы эти работы были учтены в какой-либо государственной программе.

Что касается использования строящегося комплекса, мы всегда заявляли и писали, что создаем комплекс федерального значения, коллективного пользования, на котором могут проводить эксперименты и соответствующие исследования сотрудники научных учреждений, подведомственных ФАНО, университетов, различных ведомств. Полагаю, наш институт как застройщик должен нести ответственность за правильную и надлежащую эксплуатацию этих инструментов. Кроме того, поскольку мы располагаем всеми техническими возможностями создаваемых инструментов, с учетом наших представлений о состоянии того или иного научного направления необходимо разработать научную программу, которая

позволила бы использовать комплекс и продвинуть наши исследования на более высокий уровень. Для разработки комплексной научной программы следует привлечь известных ученых по различным научным направлениям: «Физика Солнца и межпланетной среды», «Физика магнитосферы и ионосферы» и т.д.

**— Гелий Александрович, вы говорили, что летом этого года институт посетили руководители различных ведомств. Можете рассказать об этом визите?**

— В начале июля наш институт посетил президент Российской академии наук академик В.Е. Фортов. Вместе с ним прибыли вице-президент РАН, председатель Сибирского отделения РАН академик А.Л. Асеев и заместитель руководителя ФАНО С.В. Кузьмин. Встречи состоялись в институте и Иркутском научном центре. В институте прошла пресс-конференция для журналистов, затем посетили астрофизическую обсерваторию на Байкале.

На следующий день вместе с заместителем председателя Правительства РФ Д.О. Рогозиным, который курирует работы, связанные с изучением

космического пространства, и генеральным директором госкорпорации «Ростех» С.В. Чемезовым посетили обсерваторию, где находится Сибирский солнечный радиотелескоп и где будет сооружен радиогелиограф, а затем — Саянскую солнечную обсерваторию, где будет построен Большой солнечный телескоп.

Во время посещения и после возвращения в Иркутск обсудили вопросы, касающиеся состояния работ и принятия необходимых мер по строительству гелиогеофизического комплекса. По итогам поездки вышло распоряжение, подписанное О.Д. Рогозиным, в котором даны поручения соответствующим министерствам и ведомствам по исполнению постановления Правительства РФ о создании гелиогеофизического комплекса. Считаю, что состоявшийся визит был очень важен для продолжения работ.

— **Гелий Александрович, вы удовлетворены тем, что в результате трудной многолетней работы постановление Правительства РФ о создании комплекса было подписано, выделено финансирование и вы смогли приступить к работе?**

— Двойственное чувство. С одной стороны, выход постановления внушает большой оптимизм, особенно это важно для коллектива института, настроение улучшилось. С другой стороны, сразу же возникли форс-мажорные обстоятельства. Вот пример: выбранная нами площадка для размещения радара оказалась непригодной, т.к. недавно построенная новая военная РЛС создает на этой площадке большие помехи. Следовательно, необходимо было прекратить проектно-исследовательские работы и искать другую площадку. Я не ожидал, что это будет большой проблемой. Мы провели, по-моему, 15 поисковых экспедиций в различных районах Иркутской области и Бурятии, а это непредвиденные финансовые расходы. Поиски проводили на автомашинах и вездеходах, со специальными измерительными приборами.

Наконец площадка была выбрана недалеко от Байкала. С точки зрения необходимых условий, место замечательное, есть дороги, электричество... но оказалось, что этот участок расположен в зоне Байкальского национального парка, значит, необходимо проводить соответствующие согласования, слушания и т.д. А для этого опять требуется время.

Есть и другие сложные вопросы. Выполнен очень большой объем работ, но впереди работы несравненно больше.

В заключение хочу сказать следующее. Никакого проекта создания гелиогеофизического комплекса не было бы, если бы не помощь и поддержка многих и многих людей. Бывший президент РАН академик Ю.С. Осипов придавал очень большое значение нашей инициативе создания такого комплекса, вместе с ним мы были по этому вопросу на приеме у президента РФ В.В. Путина, который нас поддержал и дал соответствующее поручение. Необходимое содействие оказывает действующий президент РАН академик В.Е. Фортов, помогают и поддерживают в работе вице-президенты РАН академик А.Л. Асеев, Л.М. Зеленый, Ю.М. Михайлов. Генеральный директор госкорпорации «Ростех» С.В. Чемезов, его первый заместитель В.В. Артяков, председатель НТС ГК «Ростех» Ю.Н. Коптев создали координационный центр по реализации проекта. Существенную помощь оказали работники министерств и ведомств — начальник департамента развития приоритетных направлений науки и технологий Минобрнауки С.В. Салихов, начальник департамента государственных целевых программ и капитальных вложений Минэкономразвития Ю.М. Колочков, руководитель госкорпорации «Роскосмос» И.А. Комаров и др.

В процесс подготовки постановления были вовлечены сотрудники других институтов, и я хотел бы поблагодарить за поддержку и подготовку

проекта директора САО члена-корреспондента РАН Ю.Ю. Балегу, директора ГАО члена-корреспондента РАН А.В. Степанова, директора ИЗМИРАН доктора физико-математических наук В.Д. Кузнецова и, конечно же, своих коллег по институту, которые сделали все, чтобы решение

**Запуск астрокомплекса — большое событие в нашей науке, поскольку позволяет решать не только научные задачи, но и очень важные прикладные, в том числе в интересах безопасности страны**

по строительству состоялось, — директора института ИСЗФ СО РАН члена-корреспондента РАН А.П. Потехина, заместителей директора члена-корреспондента РАН В.М. Григорьева, доктора физико-математических наук В.И. Куркина, доктора физико-математических наук А.Т. Алтынцева. Спасибо всем, кто вложил свои знания и опыт в организацию проекта, важного для нашей науки и нашей страны. ■

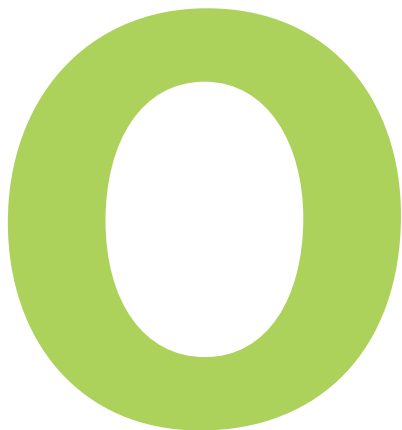
**Беседовал Валерий Чумаков**



Лечение  
импортозависимости:

# ОМСКИЙ рецепт





На смену импортозамещению должна прийти импортонезависимость — внедрение собственных современных технологий, считает научный руководитель Омского научного центра СО РАН член-корреспондент РАН, доктор химических наук **Владимир Александрович Лихолобов**. Кластер инновационного развития, создаваемый в Омске, способен справиться с этой задачей.

«Комплексная интеграционная программа фундаментальных и прикладных научных исследований "Развитие институтов Омского научного центра для решения вопросов импортозамещения и реиндустриализации Омской области и регионов Российской Федерации"» — так называется проект по созданию научно-образовательно-производственного комплекса, основанного на «триумvirате» «НИИ — предприятие — вуз». Его суть в том, чтобы собрать в единый кластер расположенные в Омске научно-исследовательские институты, ведущие университеты города — государственный (ОмГУ), технический (ОмГТУ), а также ключевые предприятия: ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ», ООО «Омсктехуглерод», ЗАО «Группа компаний "Титан"» и ускорить процесс продвижения инновационных решений от лабораторного уровня до реального производства. Совместные усилия всех участников должны быть направлены на решение насущных проблем экономики Омской области, прежде всего это нефтепереработка, нефтехимия, материалы для предприятий ОПК, что учитывает ключевые директивы руководства государства относительно импортозамещения и реиндустриализации.

Схема работы кластера такова: научно-исследовательские институты в соответствии с техническим заданием предприятий разрабатывают новые технологии, а вузы занимаются подготовкой специалистов, которые смогут через два-три года адаптировать эти инновации к производству. Естественно, необходимо четко выстроить связь «вуз — НИИ»: студенты и выпускники университетов должны работать в исследовательских лабораториях, чтобы понять научные основы и освоить инновационную технологию. Финансирование работы кластера может осуществляться как из средств предприятий, заинтересованных

в соответствующих разработках, так и за счет профильных государственных федеральных целевых программ. И когда такой цикл слаженно работает, отдача, как показывает имеющийся у нас опыт, способна намного превзойти произведенные вложения. Поэтому мы ориентируемся на то, что создаваемый кластер инновационного развития будет успешно функционировать. Все необходимые составляющие — вузы, НИИ, предприятия — в Омске есть. Как и потенциальные заказчики федерального и регионального уровня: ОАО «Газпромнефть», ОАО "НК «Роснефть», ООО «Омсктехуглерод», ЗАО «Группа компаний "Титан"», компании по производству промышленных катализаторов, а также предприятия, связанные с оборонной отраслью.

Масштабную структуру комплексной программы исследований поддерживает региональная власть, министерства и промышленность Омской области, положительно оценивают заинтересованные ведомства: Минпромторг РФ, Министерство энергетики РФ, госкорпорация «Росатом», а также ОАО «Корпорация развития Омской области».

Понятие «реиндустриализация» помимо других значений имеет и еще одно — «быстрый переход в следующий технологический уклад». Сейчас Россия по своему состоянию развития и системы производств находится в пятом технологическом укладе (создание и использование микроэлектроники, нефтегазовой энергетики, персональных компьютеров, интернета, биотехнологий и т.д.). Формируемые руководством страны федеральные целевые программы и наш проект как небольшой их компонент должны способствовать быстрому переходу России в шестой уклад (нанотехнологии, альтернативная энергетика, включая водородную, глобальные информационные сети,

биотехнология растений, животных и лекарств). Для достижения поставленной цели необходимо сконцентрировать и науку, и производство, и образование на решении общих задач, а этого можно достичь только путем объединения, формирования консорциумов, инновационно-производственных кластеров.

Месяц назад в Омске уже была создана как часть интеграционной программы одна из подобных структур — Консорциум научно-образовательных и научных организаций Омской области по реализации кластерной модели развития промышленности. В нее входят десять участников, которые связаны темой нефтепереработки и нефтехимии. Научное ядро этого консорциума составляют Омский научный центр СО РАН (ФГБУН ОНЦ СО РАН) и входящий в его состав Институт проблем переработки углеводов СО РАН.

Если говорить о двух вышеперечисленных областях в контексте импортозамещения (эти области, кстати, занимают одну из важнейших позиций в макроэкономике не только Омской области, но и Российской Федерации в целом), то можно отметить, что омскими учеными уже решена задача создания отечественных аналогов по двум ключевым стратегическим наноматериалам — катализаторам риформинга и крекинга. Без них невозможна углубленная переработка нефти, нельзя получить моторные топлива, сырье для нефтехимии, органического синтеза, синтеза полимеров и т.д.

До недавнего времени катализаторы этого типа закупались за рубежом, преимущественно в США и странах ЕС, хотя соответствующие отечественные разработки имелись, но они медленно входили в российскую нефтепереработку. Санкции подтолкнули этот процесс и продемонстрировали, что созданные в Омске катализаторы ничуть не хуже зарубежных, а по некоторым показателям даже лучше. Да и так называемое научно-техническое сопровождение эксплуатации намного ближе. Таким образом, можно сказать, что омский кластер полностью решил для страны проблему импортозамещения по этим двум конкретным стратегически важным катализаторам.

Другой пример успешной работы — создание и освоение в опытном масштабе технологии

получения специальных марок технического углерода, важнейшего наноматериала для современной и будущей индустрии, связанной с системами запасаения энергии и хранения информации, с созданием защитных покрытий и др. Важно здесь то, что, хотя эти марки технического углерода нужны в небольших (всего несколько тонн в год) количествах, многие из них недоступны для импорта из-за использования их в оборонной индустрии.

Отмечу еще один принципиальный момент. Обычно нам продают из-за рубежа катализаторы, материалы и изделия, полученные по технологиям 15–20-летней давности. В прямом смысле импортозамещение означает копирование, т.е. расшифровку технологии, создание технологии-аналога, получение продукта-аналога, замещающего импортный. Однако встает вопрос: зачем

это делать, если за прошедшее время наука и технологии уже ушли вперед? Поэтому нужно создавать современные версии с учетом последних достижений науки, это и приведет нас к импортозамещению.

Разработки омского кластера направлены и на решение насущных проблем экологии. Одна из них — получение экологически чистого моторного топлива, обладающего экологически щадящим компонентным составом как собственно топлива, так и продуктов его сгорания. В настоящее время уже есть достаточно проработанная версия технологии получения таких видов топлива — процесс «Экоформинг».

## Попадание углеводов в окружающую среду приводит к нарушению экологического равновесия и наносит урон природным системам, особенно в Арктике, где из-за вечной мерзлоты нет глубокого грунта

Другая экологическая проблема связана с разливами нефти и нефтезагрязнениями. Попадание углеводов в окружающую среду приводит к нарушению экологического равновесия и наносит трудновосполнимый урон природным системам, особенно в Арктике, где из-за вечной мерзлоты нет глубокого грунта. Во время долгой зимы черное золото вытекает из аварийных емкостей и нефтепроводов, а весной вместе с водой попадает в реки и озера, в которых живут рыбы и из которых животные пьют воду. В районах, где актуальны подобные проблемы, онкологические заболевания встречаются в два-три раза чаще. Кроме того, врачи фиксируют снижение иммунитета, болезни органов дыхания и нервной системы.

Почва, пропитанная нефтью или ее продуктами, становится пожароопасной и токсичной, на многие годы теряет плодородие. Один из эффективных методов ликвидации загрязнений — сорбция («высасывание») нефти из грунта и воды. Омские ученые и технологи нашли, что такие материалы можно получать из дешевого природного сырья — сапропеля (илистой массы на дне прудов и озер, образующейся из остатков водорослей, насекомых и микроорганизмов). При специальной термической обработке этого вещества образуется пористый, очень легкий, похожий на пух материал (ему дали название «Сибсорбент»), который легко вбирает в себя нефть, а затем твердеет и становится удобным для изымания, транспортировки и последующего сжигания. Отмечу, что таких донных отложений в озерах Сибири — около 1 млрд т, и на их основе мы сейчас умеем про-

изводить сорбент, стоимость которого в четыре-пять раз ниже его западных аналогов (французского *Turbo-Jet* и канадского *Peat Sorb*), при этом он не уступает им по нефтеемкости. Один грамм омского сорбента способен собрать четыре грамма нефти.

Один из вариантов будущей более эффективной технологии очистки почвы от нефтезагрязнений связан с созданием сорбентов, которые не нужно будет извлекать, транспортировать и сжигать (самоочищающихся). Для этого поры гидрофобных материалов, например пироуглерода, заселяют углеродокисляющими микроорганизмами: *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Arthrobakter*, *Bacillus* и некоторыми другими. Эти микроорганизмы более активны и быстрее размножаются, поскольку в таких порах мало воды, которая их подавляет, а воздуха и нефти, наоборот, много.

Направления разработок омского научно-образовательного и инновационно-технологического кластера связаны не только с нефтепереработкой и нефтехимией. Мы активно занимаемся также созданием материалов для защиты здоровья людей и животных, композитов для высокочувствительных элементов сенсоров, используемых для химического мониторинга окружающей среды, материалов для будущих технологий зеленой химии.

Отрадно, что в работе инновационно-технологического кластера все больше заметно участие молодых исследователей, и это важнейший фактор для решения поставленных задач по реиндустриализации России, поскольку перейти с одного технологического уклада на другой невозможно без передачи знаний и опыта от старшего поколения молодежи. ■

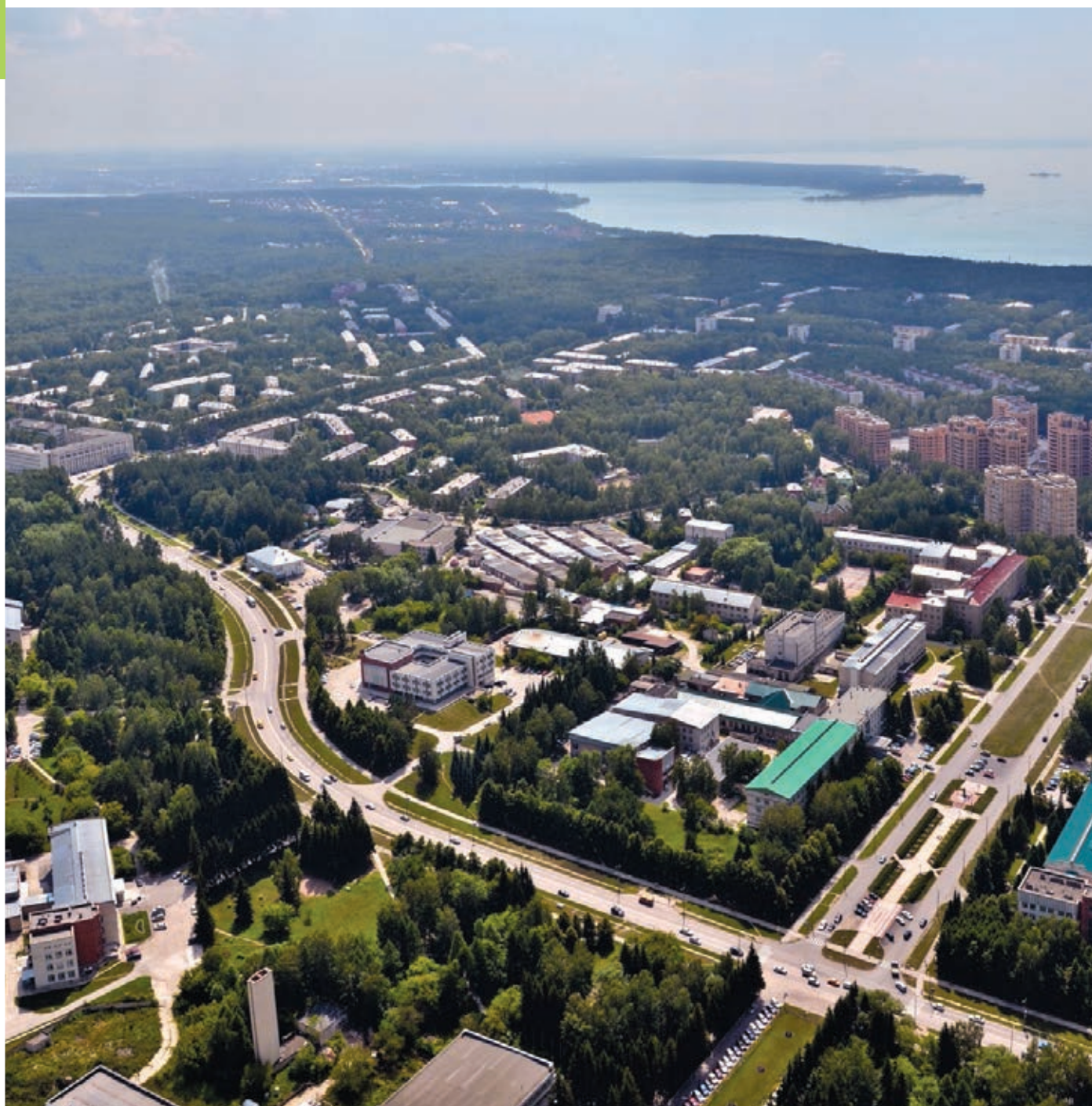
Подготовили Виктор Фридман и Юлия Позднякова



#### СПРАВКА

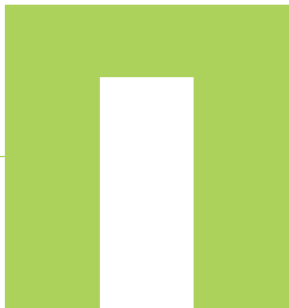
##### Владимир Александрович Лихобобов

- Научный руководитель Омского научного центра СО РАН, заместитель председателя СО РАН по импортозамещению и реиндустриализации, член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор.
- Родился в Краснограде Харьковской области.
- Окончил химическое отделение факультета естественных наук Новосибирского государственного университета. В 1973 г. стал кандидатом наук, в 1984 г. — доктором наук.
- Сфера научных интересов: катализ, техническая химия, технология органического синтеза, наноматериалы.
- Автор и соавтор более 500 научных работ, в том числе 132 охранных документов, индекс Хирша — 26.
- Увлечения: горный туризм.



В поисках

# недостающего звена



Программа реиндустриализации экономики Новосибирской области призвана не просто возродить промышленность, но найти новые прорывные технологии, которые выведут регион в лидеры экономического роста. Заместитель директора Института экономики и организации промышленного производства (ИЭОПП) СО РАН доктор экономических наук **Вячеслав Евгеньевич Селиверстов** считает, что уникальные возможности Новосибирской области позволят стать ей одним из флагманов в развитии России.

#### **Подходящий регион для пилотного проекта**

— Мы рассматриваем реиндустриализацию экономики Новосибирской области (НСО) как крупный экономический и структурный маневр по переходу на новый технологический уклад, базирующийся на реализации основных конкурентных преимуществ региона и на новом качестве экономического роста. Аналогичный маневр был осуществлен на рубеже XX–XXI вв., когда область должна была выйти из состояния депрессии. Это позволило сформировать новые рабочие места, избежать массовой безработицы и социальной напряженности. Но структурная основа экономического роста последних десятилетий была неоднозначна. Ведь произошло изменение специализации региона: из мощного промышленного центра оборонного машиностроения России мы превратились в регион, обслуживающий сферу обращения и финансы, межрегиональную торговлю, усилились наши позиции как крупного транспортного и логистического центра. Поэтому стала разрабатываться программа реиндустриализации экономики НСО, которая активизирует ее большой научно-инновационный потенциал (в первую очередь, связанный с мощными ресурсами Новосибирского научного центра) путем создания здесь новых высокотехнологичных отраслей, восстановления и модернизации действующих производств на базе принципиально новых технологий.

Сейчас ИЭОПП активно включился в процесс, поскольку у института есть опыт в этой сфере, именно здесь разрабатывались основные документы регионального стратегического планирования как в НСО, так и в целом по Сибири: Стратегия социально-экономического развития Сибири, стратегии Новосибирской области и Красноярского края и др. Поэтому не случайно мы — ключевой игрок в работе над проектом реиндустриализации.

Этот термин сейчас у многих на слуху, равно как и «инноваций», «модернизация», но ведь последние фактически провалились, в том числе и потому, что не был учтен региональный компонент, а в случае с реиндустриализацией мы понимаем: нужно начинать с более подготовленных областей, а затем подключать другие.

— **Мы сегодня говорим о реиндустриализации Новосибирской области. Прежде всего, вопрос: почему «реиндустриализация»? Это предполагает, что индустриализация уже состоялась, потом случилось нечто, и теперь надо все начинать заново?**

— Если мы рассмотрим генезис развития нашего региона, то вторая половина XX в. до 80-х гг. — период индустриализации, включая и военное время, когда сюда были перемещены многие крупные предприятия-дублеры. Так сформировался самый мощный сегмент советской экономики региона: промышленность, работающая на ВПК. В годы реформ 90-х гг. область оказалась депрессивной территорией со всеми ее характеристиками: из-за отсутствия государственного заказа, в первую очередь для заводов ВПК, произошло обвальное сокращение производства. Возник вопрос, что делать со всеми этими проблемами. Тогда же постепенно стала проявляться тенденция к формированию новой экономики — сервисного типа. Сейчас промышленность составляет всего 20%, а более трети занимает отрасль услуг и операций с недвижимостью. В развитых странах доля подобной занятости тоже очень высока, но они предлагают высокотехнологичные услуги в отличие от России.

В последние 10–15 лет область уже достигла больших успехов: темпы роста экономики практически каждый год были существенно выше среднероссийских, развились новые отрасли. Новосибирская область существенно продвинулась в рейтинге российских регионов.

**— В чем особенность именно Новосибирской области? Почему она подходит в качестве площадки для пилотного проекта реиндустриализации?**

— У нас есть уникальные возможности. Если оценить конкурентные преимущества различных территорий, то мы имеем наиболее целостный среди большинства других российских регионов набор всех субъектов реиндустриализации: здесь и научный потенциал, и институты развития, и промышленная база. Конечно же, в первую очередь благодаря наличию Новосибирского научного центра — основного ядра Сибирского отделения Российской академии наук. Именно тут сосредоточены ведущие институты по многим направлениям: ядерной физике, фотонике, полупроводникам, цитологии и генетике, катализу и т.д.

Новосибирский государственный университет (НГУ) стал вторым в рейтинге вузов развивающихся стран Европы и Центральной Азии. Технопарк Новосибирского Академгородка (Академпарк) — один из лучших в стране. В регионе есть наукоград, инновационные поселения, индустриальные парки — одним словом, сконцентрированы все необходимые компоненты реиндустриализации. Однако пока это только потенциал, который необходимо использовать.

Кроме того, в реализации своей экономической политики область не зависит от крупных корпораций, как в это происходит в других регионах, где «правят бал» крупные нефте-, газо-, угледобывающие, металлургические компании. В НСО диверсифицированная структура производства, и мы имеем возможность проводить самостоятельные экономические маневры.

**— В чем отличие вашей программы от традиционных документов регионального стратегического планирования?**

— Обычные региональные стратегии и программы развития должны строго соответствовать федеральному закону «О стратегическом планировании в Российской Федерации», в результате чего они совпадают во многих компонентах и не учитывают потенциала конкретных областей. А наша программа в этот шаблон не вписывается, мы пытаемся найти новые пути развития области с учетом ее региональной специфики. И здесь очень важно вовлечь в процесс максимальное количество «стейкхолдеров» — заинтересованных сторон. Поэтому мы очень плотно работаем

с промышленниками, представителями власти, экспертным сообществом, представителями гражданского общества, чтобы найти и использовать баланс интересов на пути к новому технологическому укладу. Суть нашей разработки — это реализация «проектного подхода». Мы предлагаем новые «правила игры» и взаимодействия власти, бизнеса и науки в деле реиндустриализации экономики региона: конкретные инновационные проекты как в промышленности и других секторах экономики, так и в высокотехнологичных услугах, а также предлагаем необходимые управленческие механизмы, схемы отбора и продвижения проектов.

**Из лаборатории — на завод**

**— Вы говорили о связке, в частности, между наукой и бизнесом. Не секрет, что в России много интересных разработок, но постоянно возникают трудности при попытке перейти непосредственно к практике — от фундаментального к прикладному. Как упростить этот процесс?**

— Это очень сложный вопрос. Мы рассматриваем программу реиндустриализации как некий

пилотный проект, который может быть перенесен на другие регионы. Конечно, не везде есть такой научный потенциал, как здесь, но отработанные на примере Новосибирской области связи «наука — производство» могут работать в других регионах.

При реализации программ реиндустриализации финансирование должно идти туда,

**При реализации программ реиндустриализации финансирование должно идти туда, где реально работают цепочки «наука — учебные центры — производство»**

где реально работают цепочки «наука — учебные центры — производство». Проекты, создаваемые «в чистом поле», у нас, к сожалению, не проходят. Пример — Сколково. Сколько денег в него вложено и какова отдача?

Мы прекрасно понимаем, что российский бизнес не «заточен» под инновации, и эти тенденции переломить очень трудно. В крупных вертикально интегрированных компаниях инновационное развитие худо-бедно все-таки начинает реализовываться в рамках корпоративных стратегий, которые так или иначе внедряются — в первую очередь, в нефтяной и газовой отраслях, в черной металлургии, где было серьезно модернизировано производство. Однако в других сегментах промышленности (и, к сожалению, машиностроение здесь — яркий пример) подобные связки не работают, бизнес не заинтересован в инновациях.

— **В чем все-таки причины?**

— Это общая проблема нашей экономики, незрелости бизнеса и управленческих решений. Если говорить в терминах вины, то я бы сказал, что она двусторонняя. Зачастую и ученые дают такие решения, которые промышленники взять не готовы. Ведь для производства нужны готовые технические и инженерные предложения, а исследователи дают свои результаты на уровне некоего полупродукта: в лаборатории все работает, но как только ты переносишь это, например, на новый станок по лазерной резке металла, ничего не получается.

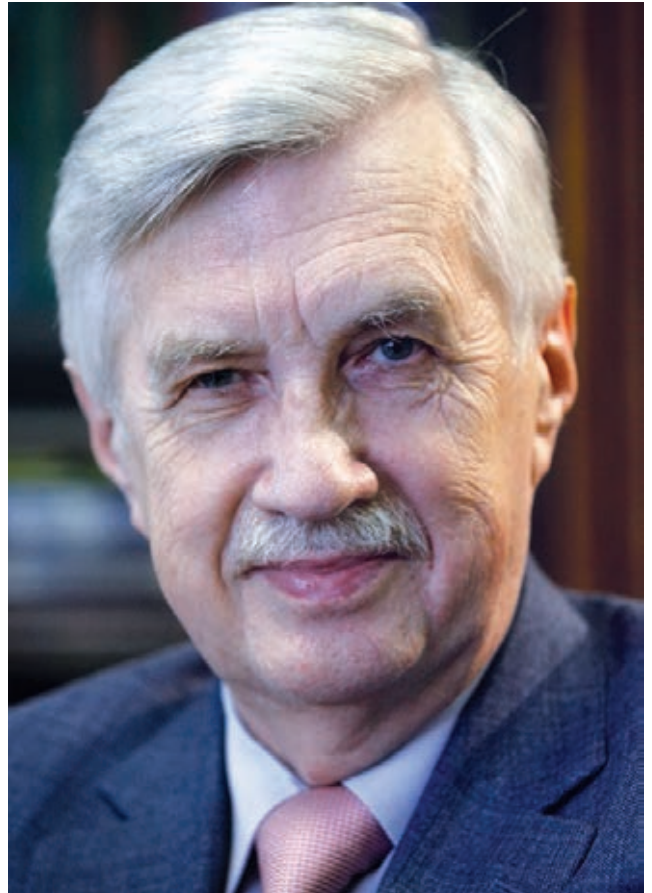
К сожалению, не оправдывает надежды закон (ФЗ 217), дающий право создавать при институтах специальные центры, малые наукоемкие предприятия. Впрочем, такая цепочка сейчас понемногу начинает формироваться, и в Академгородке рядом с некоторыми НИИ созданы совершенно уникальные — и по российским, и по мировым меркам — центры компетенции. Это не крупномасштабное производство, но оно необходимо для того, чтобы заработала связка науки и промышленности.

— **Складывается ощущение, что отсутствует некое промежуточное звено, которое доводило бы научные разработки до состояния, когда его готовы использовать производства...**

— Безусловно. Однако сейчас внушает определенный оптимизм то, что все-таки очень хорошо начинает себя проявлять средний и малый инновационный бизнес, в первую очередь созданный в рамках Академпарка и схемы, которую я называю «инновационно-инжиниринговый пояс Новосибирского научного центра». Ее мы рассматриваем в качестве одного из важнейших компонентов программы реиндустриализации экономики региона. Уже сейчас в Академгородке успешно работает ряд таких инжиниринговых центров: Фабрика биополимеров, наноцентр «СИГМА.Новосибирск», пилотный центр промышленных биотехнологий и др. Аналогичные центры формируются в наукограде Кольцово. Промежуточным звеном могут служить и центры компетенции, ныне создаваемые на базе конкретных промышленных предприятий (например, Новосибирского завода полупроводниковых приборов).

— **И все-таки взаимодействие с промышленностью в том или ином виде присутствует?**

— Да, некоторые связки работают. Например, на базе Новосибирского завода полупроводниковых приборов, НПП «Восток» и ИФП СО РАН начинает формироваться межрегиональный кластер электроники и фотоники. Мы считаем, что должен быть создан специальный промышленный парк, центр прототипирования изделий био- и наноэлектроники.



**СПРАВКА**

**Вячеслав Евгеньевич Селиверстов**

- Заместитель директора Института экономики и организации промышленного производства, доктор экономических наук.
- Родился в Иркутске.
- В 1970 г. окончил Новосибирский государственный университет по специальности «экономическая кибернетика».
- С 1970 г. работает в ИЭОПП, с 1988 г. — в должности замдиректора.
- С 1993 г. — главный редактор Всероссийского научного журнала «Регион: экономика и социология»; заместитель главного редактора журнала *Regional Research of Russia*.
- С 2002 г. — научный координатор российско-канадской программы «Обмен опытом управления северными территориями».
- Сфера научных интересов: региональное стратегическое планирование, региональная экономика, региональная политика и экономические аспекты федерализма, социально-экономическое развитие Сибири, межрегиональная интеграция.
- Автор и соавтор более 250 научных работ, в том числе более десяти монографий.
- Увлечения: джаз, гаджеты, компьютеры.



Здание Института экономики и организации промышленного производства (ИЭОПП) СО РАН

### Векторы развития и точки роста

#### — Какие основные направления предусмотрены программой реиндустриализации новосибирского региона?

— Основное внимание мы уделили так называемым флагманским комплексным проектам реиндустриализации. Эти проекты отражают реальные ключевые компетенции новосибирской науки и производства, их отличают масштабность и народно-хозяйственная значимость (и в силу этого — притязания на крупную федеральную поддержку), изначально заложенный в них высокий кумулятивный эффект, наличие мощных социальных эффектов, команды («мотора»), способной их реализовать, связки «наука — производство». Они формируют новую экономику Новосибирской области и усиливают ее конкурентные позиции в экономическом и инновационном пространстве России.

Так, один из флагманских проектов связан с формированием и развитием кластера высокотехнологичной медицины в регионе, он состоит из двух очень сильных проектов. Знаменитый Новосибирский научно-исследовательский институт патологии кровообращения им. академика Е.Н. Мешалкина (НИИПК) проводит больше высокотехнологичных операций на сердце, чем любой другой центр в России. Дорогостоящие клапаны и стенты, как правило, закупаются за рубежом, хотя в нашем Академпарке успешно работает компания *Angioline*, производящая коронарные стенты в два с половиной раза дешевле импортных аналогов. В развитие этого направления

специалисты клиники предложили создать на базе НИИПК индустриальный медицинский парк «Зеленая долина», который предполагает реализацию отдельных инвестиционных проектов, связанных как с созданием ряда специализированных центров (клинического центра по разработке новых медицинских технологий; тканевой и регенеративной инженерии; биологического банка клеточных технологий; инновационного радионуклидного центра диагностики и др.), так и разработку и производство инновационных медицинских изделий для сердечно-сосудистой хирургии (механические и биологические клапаны сердца и др.).

Созданный на базе Новосибирского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна Медицинский технопарк сейчас выступает лидером в области использования биокерамики для протезирования, которую производит новосибирский завод «НЭВЗ-Керамикс», запустивший линию по серийному выпуску керамических изделий медицинского назначения (эндопротезов, имплантатов, имплантируемых систем) на основе  $Al_2O_3$ - и  $ZrO_2$ -керамики. В основе технологии создания этих материалов — разработки ученых Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН. Создание в 2015–2016 гг. Медицинского промышленного парка (а это — самостоятельный проект программы реиндустриализации) позволит замкнуть инновационный цикл, уже созданный на базе НИИТО и Медицинского технопарка и включающий Инжиниринговый медико-технологический центр, Центр



прототипирования медицинских изделий и технологий, Инновационную клинику.

Еще один многообещающий флагманский проект называется «Умный регион». Его цель — создание технической и технологической основы обеспечения современного качества жизни населения Новосибирской области за счет применения информационных технологий, которые предусматривают экономичное и экологичное использование городских систем жизнедеятельности. В основе проекта лежат разработки и внедрение интеллектуальных систем транспорта и ЖКХ; электронных сервисов для граждан; системы безопасности города. И уже сейчас многие блоки этого проекта реально работают, здесь проявляется лидерство нашего региона в ключевых компетенциях.

Важное направление программы реиндустриализации, ее флагманский проект — это промышленное производство современных отечественных биотехнологических препаратов и ферментов для глубокой переработки зерна и кормопроизводства. Такая идея возникла в результате сотрудничества Института цитологии и генетики СО РАН, Академпарка и предприятия ООО ПО «Сиббиофарм», расположенного в Бердске, городе-спутнике Новосибирска. Направлен проект на то, чтобы решить проблему изготовления кормов с использованием современных биотехнологических препаратов: в нашем регионе выращивается достаточно зерна, чтобы удовлетворить потребности Сибири и Дальнего Востока, но ферменты для его переработки закупаются за рубежом — на это расходуются колоссальные деньги. Сейчас новосибирские специалисты создают новые технологии, которые позволят организовать в Новосибирской области крупное производство ферментных препаратов, существенно удешевив их.

В Новосибирске разрабатывают и национальную платформу промышленной автоматизации, занимается этим ЗАО «Модульные Системы Торнадо» — ведущий российский создатель и поставщик средств автоматизации, систем управления и программно-технических комплексов. Рынок применения здесь — огромный (в первую очередь в энергетике).

Яркий пример успешной разработки, вышедшей из стен сибирского института, — проект масштабируемой технологии получения углеродных одностенных нанотрубок (SWCNT). Сотрудник Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН член-корреспондент РАН Михаил Рудольфович Предтеченский совместно с новосибирскими бизнесменами создал компанию OCSiAl («Оксиал»), в промышленном масштабе производящую одностенные углеродные нанотрубки, которые используются в качестве армирующей добавки в широком спектре материалов, где они играют роль, сходную с той, что играет арматура в бетоне. Их

добавление в алюминий позволяет получать материал со свойствами, близкими к стали. Опыты с добавками долей процента углеродных нанотрубок в бетон показывают, что они увеличивают его прочность в полтора раза, а пенобетона — вдвое. Благодаря такому разнообразию уникальных свойств ученые и инженеры уже предложили тысячи самых различных вариантов приложений этого материала в электронике, биотехнологии, материаловедении и других областях. Принципиально новые технологии производства этих нанотрубок по цене в 50–100 раз (!) ниже зарубежных аналогов позволили компании OCSiAl уже сейчас сконцентрировать у себя основную часть их мирового производства и фактически монополизировать мировой рынок. Это уникальный для России пример — и, безусловно, это один из сильнейших флагманских проектов нашей программы.

### Инновационный супербренд

— В рамках программы реиндустриализации мы возлагаем большие надежды на новую стратегическую инициативу — Сибирский наукополис. Его ожидаемый результат — это формирование нового российского инновационного бренда на основе объединения и взаимодействия уже существующих: Новосибирского научного центра СО РАН, НГУ, Технопарка Новосибирского Академгородка, наукограда «Кольцово», НИИ ПК. Каждый из них — ведущий или один из ведущих в России, и их интеграция даст новое качество и бренд самого крупного в России научно-инновационного центра. Сибирский наукополис должен стать пилотной территорией инновационного опережающего развития с предоставлением ей федеральных преференций и льгот по типу дальневосточных. Это, конечно, не означает отделения наукополиса от города и области.

**— Как вы оцениваете шансы на осуществление такого проекта?**

— Трудно, но возможно. Даже если не все получится, те центры, которые будут созданы в рамках инновационно-инжинирингового пояса Новосибирского научного центра, станут реинкарнацией Лаврентьевского пояса внедрения.


До реформы многие разработки Сибирского отделения были интеграционными. Многие выдающиеся открытия были сделаны на стыке разных направлений, усилиями ученых разных институтов. Сейчас же идет атомизация науки, «окукливание» ее в рамках отдельных лабораторий. Нет Сибирского отделения — нет финансирования, как и возможности реализации крупных междисциплинарных проектов. Возможно, проект Сибирского наукополиса — последний шанс, чтобы объединиться и показать, что СО РАН может выступить единым фронтом. ■

Подготовили Виктор Фридман и Юлия Позднякова

# **Сибирский** **ПУУТЪ**

**от научной идеи**

**до внедрения**



Основная глобальная проблема реиндустриализации Новосибирской области, которую предстоит решить, заключается в том, с помощью каких механизмов связать исследовательские институты и заводы, полагает директор Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН член-корреспондент РАН **Александр Васильевич Латышев**



рогресс программы реиндустриализации Новосибирской области (НСО) связан с федеральными мегапроектами, привлечением крупных

инвесторов, с повышением уровня мотивации предприятий НСО для участия в инновационных совместных работах, с формированием «локомотивных проектов», где будут задействованы промышленность и научные организации СО РАН. В частности, одним из последних может выступить формирующийся Новосибирский научно-производственный кластер микро- и фотоэлектроники в кооперации с ОАО «Росэлектроника» (НПО «Электроника Сибирь»), АО «НЗПП с ОКБ», АО «НПП "Восток"», АО «НЗР "Оксид"» и институтами Сибирского отделения. Высокорентабельный конкурентоспособный комплекс способен занять лидирующие позиции в области разработки и производства электронной компонентной базы и радиоэлектронной аппаратуры с увеличением объема выпуска продукции. Цель — создание необходимых технологических линий с нанометровым разрешением, которых у нас в стране практически нет.



Один из признанных лидеров в области наноэлектроники и нанотехнологий — Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН (ИФП СО РАН), в котором проводятся исследования, направленные на создание перспективных изделий микро- и наноэлектроники на основе эффектов квантовой электроники, оптоэлектроники, спинтроники, биоэлектроники. Институт имеет все необходимые компетенции в этой области благодаря академической стратегии, направленной на фундаментальные научные открытия, доведению исследований до прикладных инновационных разработок, востребо-

ванных современной экономикой, и подготовке высококвалифицированных научных исследователей и элитных инженерно-технических специалистов. Фундаментальные и практические результаты деятельности ИФП СО РАН обеспечили создание целого ряда продуктов полупроводниковой опто- и наноэлектроники с высоким потенциалом коммерциализации.

Процесс внедрения новых разработок в промышленность непрост. Во-первых, недавно сформированные решения требуют применения дополнительных организационных и технологических мер, нарушают некий устоявшийся производственный цикл, который уже существует. Собьешь его — и будет другая продукция, а предприятиям такое не очень нужно. Во-вторых, мы передаем еще не опробованные в крупных масштабах прототипы — а что случится, когда будет большая партия? Заработает вообще или нет? Отсутствие необходимых производственных мощностей становится существенным ограничением для внедрения. Руководителю той организации, куда надо отдать инновацию, необходимо рисковать. Кроме того, следует иметь реальный бизнес-план. Ведь придется потратить много денег, и нужно представлять, кто и сколько вышедшей продукции будет покупать.

Отметим, что современный процесс производства электронной компонентной базы требует очень дорогого технологического оснащения — это чистые производственные комнаты, сверхчистые используемые материалы, автоматизированные и роботизированные технологические линии и экстремально дорогие лицензионные соглашения. Поэтому необходимо производить продукцию в большом объеме, чтобы такое производство было

рентабельным, что, в свою очередь, создает препятствие для передачи инноваций в индустрию.

По-хорошему, внедрение должно происходить так, чтобы опробовать предложения ученых на деле, а для этого следует создавать промежуточные инфраструктурные объекты. Кто-то называет их инжиниринговыми. В нашей сфере деятельности, например, это центры прототипирования, что означает следующее: вы передаете разработанную вами технологию на небольшой завод, который выпускает малые партии. Другими словами,

## Сегодня производство электронной компонентной базы требует очень дорогого технологического оснащения, поэтому необходимо выпускать продукцию в большом объеме, чтобы оно было рентабельным

это сервисная технологическая компания по производству единичных, малых и средних объемов структур био- и наноэлектроники и специализированных интегральных схем на основе научных разработок.

Дальше идет доведение до стандартов большой промышленности: изготавливается пробная партия, определяется количество годных элементов, проводится тестирование вместе с представителями перспективных заказчиков, и если все хорошо, то продукт направляется на полупроводниковую фабрику для массового производства. Центр прототипирования изделий наноэлектроники, с моей точки зрения, — это такая структура, которая не должна быть полностью самокупаемой. Нужно, чтобы ее кто-то поддерживал. Однако ей необходимо быть открытой для всех, тогда это заработает.

В мире подобные фабрики прототипирования есть, например у флагманов электроники — американского *Intel* и корейского *Samsung*. В России, если таковые и имеются, то они заточены под конкретные технологии и практически недоступны для пользователей извне. В Новосибирске рассматривалась возможность построить такой центр прототипирования на базе Технопарка Академгородка. Мне казалось, оптимальное решение должно быть следующим: создать при Академпарке некий современный центр, который мог бы ускорить коммерциализацию научных и технических разработок институ-



тов Сибирского отделения РАН, дизайн-центров, предприятий малого и среднего бизнеса, учебных заведений Сибирского региона. Это обеспечило бы производственную цепочку по инновационным изделиям от идеи до технологической документации, передаваемой бы на крупное полупроводниковое производство.

В нашем институте есть технологии и проектные продукты, нужные городу. Вот только некоторые из них, способные внести вклад в программу реиндустриализации области: широкая линейка тепловизионных приборов на основе охлаждаемых и неохлаждаемых фотоприемных устройств от приборов ночного видения и медицинских тепловизоров до систем технического зрения; производство полупроводниковых структур «кремний-на-изоляторе» для изготовления радиационно стойкой электроники, биологических сенсоров, систем терагерцевой спектроскопии. ИФП СО РАН имеет приоритет в развитии технологии молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) — одной из основных в современной физике полупроводников и полупроводниковой электронике. МЛЭ представляет собой процесс послойного контролируемого эпитаксиального роста различных соединений на уровне одного монослоя. Это позволяет создавать новые материалы для электроники, в том числе СВЧ и силовой, сенсорики и т.д.

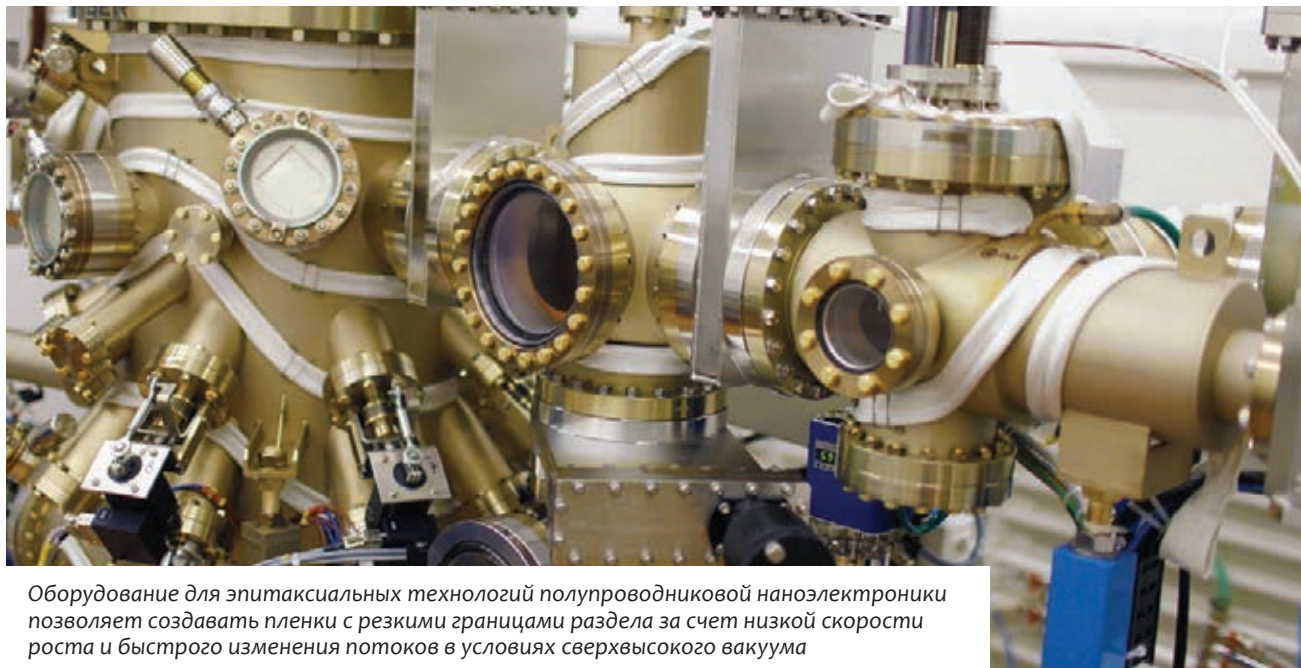
Уже сегодня ИФП СО РАН выступает как субъект реального сектора экономики, поставляя на промышленные предприятия до тысячи эпитаксиальных пластин для арсенид-галлиевой электроники, необходимых в создании современных транзисторных систем СВЧ-диапазона, а также сотни гетероэпитаксиальных структур для

#### СПРАВКА

##### Александр Васильевич Латышев

- Директор Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук.
- Родился в Северо-Казахстанской области.
- В 1981 г. после окончания Новосибирского государственного университета начал работать в ИФП СО РАН, пройдя путь от стажера-исследователя до директора.
- Руководитель Научно-образовательного центра «Физика конденсированных сред и физического материаловедения».
- Соруководитель научной школы «Атомные процессы и технологии создания низкоразмерных полупроводниковых систем».
- Член редколлегий журналов *Surface Science and Nanotechnology*, «Физика и техника полупроводников», «Наука из первых рук», «Наноиндустрия», «Успехи прикладной физики» и «Вестник НГУ» (серия «Физика»).
- Сфера научных интересов: физика полупроводников, физика твердого тела, поверхность, наноструктуры, рост кристаллов, структурные дефекты, эпитаксиальные технологии, нанотехнологии, электронная микроскопия, нанолитография, нанодиагностика.
- Лауреат Премии Правительства РФ в области образования (2014).
- Увлечения: фотография, ландшафтный дизайн, изделия из дерева, компьютерные технологии.

инфракрасной техники и пластин «кремний-на-изоляторе» для производства электронных компонентов, работающих в условиях космоса и атомного реактора.



*Оборудование для эпитаксиальных технологий полупроводниковой наноэлектроники позволяет создавать пленки с резкими границами раздела за счет низкой скорости роста и быстрого изменения потоков в условиях сверхвысокого вакуума*

Конечно, мы в институте предпринимаем ряд действий, чтобы перевести имеющиеся у нас технологии в полупромышленный статус. У нас есть три высокотехнологические линейки для изготовления приборных структур и схем на основе трех видов полупроводниковых материалов:  $A_4$  (кремний и германий),  $A_3B_5$  (арсенид галлия, нитриды) и  $A_2B_6$  (кадмий-ртуть-теллур). Разработка новых приборов и схем требует перехода на другой уровень технологического оборудования, в качестве ключевого требования к которому выдвигается обеспечение нанометровых размеров элементов в структурах и создающихся приборах и схемах. К сожалению, возможности этих технологических линеек для практической реализации существенно затруднены, т.к. промышленные предприятия перешли на использование подложек диаметром 100 мм и более, тогда как имеющиеся у ИФП СО РАН ростовые установки имеют максимальный диаметр пластин 76 мм.

У нас есть высококвалифицированные специалисты, мастера своего дела, чтобы реализовывать самые высокие требования индустриального партнера, но все же для полномасштабного воплощения научного потенциала необходима современная технологическая база в виде центров прототипирования изделий био- и наноэлектроники, позволяющих разрабатывать и производить малые серии принципиально новых продуктов на основе технологий кремниевой наноэлектроники.

Какие векторы и точки роста мы видим в программе реиндустриализации новосибирского региона? Современная микроэлектроника развивается по пути изменения геометрического размера транзистора: известно, что каждые два года он

уменьшается в два раза, а частота процессора двукратно увеличивается. В ИФП СО РАН мы занимаемся и этой проблемой, но она не единственная, поскольку переход на новый уровень требует наличия технологической линейки предыдущего уровня, доступ к которой для нас затруднен.

Наши усилия направлены на использование альтернативных, так называемых гетероэпитаксиальных подложек, когда на кремнии выращиваются дополнительные многоуровневые слои других материалов, созданных в сверхвысоком вакууме и не существующих в природе. Это позволяет развивать электронную компонентную базу на новых физических принципах. Уровень наших технологий соответствует лучшим мировым образцам, что позволяет нам быть поставщиками пластин с высокоподвижным двумерным электронным газом не только для различных университетов и исследовательских центров РФ, но и для ряда стран Европы, Америки, Китая.

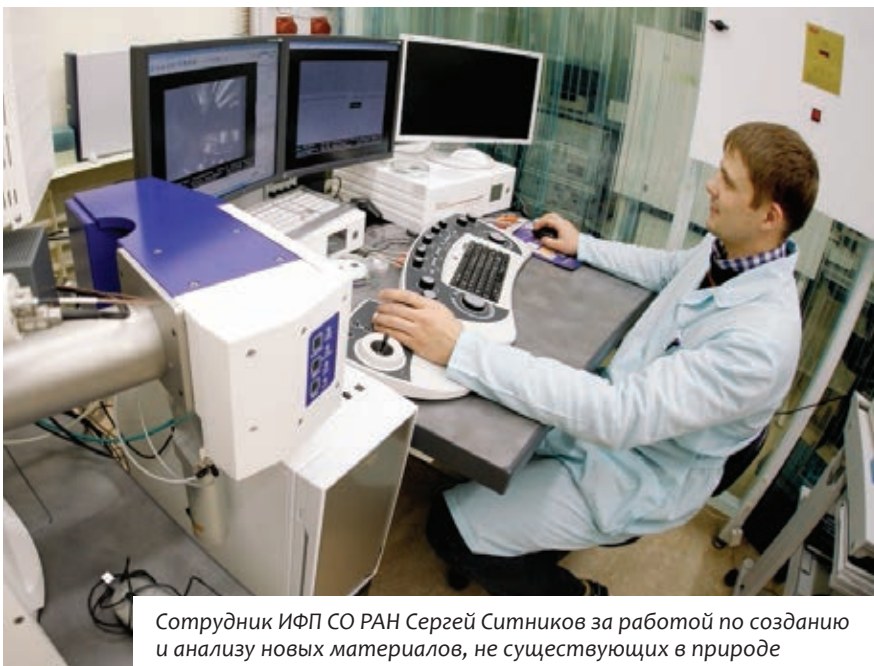
Мы работаем также над проблемами перехода от двумерной к трехмерной схемотехнической архитектуре, используя технологии 3D-структурирования. Обычно в кремниевой пластине — один рабочий планарный слой, содержащий активные элементы и расположенный в глубине кристалла: к нему идут контакты, и вся информация извлекается только с него, остальная же толщина подложки остается незадействованной. Переход к трехмерной архитектуре многократно уменьшит размер полупроводникового чипа.

Все перечисленные направления исследования лежат в русле тенденций развития элементной базы современной полупроводниковой электроники и связаны с решением фундаментальных

проблем в области полупроводниковых же наногетероструктур с квантовыми ямами и их комбинациями, а также включают решение задач синтеза наногетероструктур, выяснение закономерностей квантового электронного транспорта, оптических и магнитных явлений, ориентированных на создание приборов и устройств наноэлектроники, нанофотоники, спинтроники, сенсорики, квантовых информационных систем. Это и есть возможные точки роста развития полупроводниковой электроники в программе реиндустриализации региона.

Залог успеха в науке и технологиях сегодня — обладание парком современной базы, способной осуществлять диагностическое и метрологическое сопровождение на самом высоком уровне. Действительно, эффективное развитие наукоемких критических технологий невозможно без опережающего прогресса современных аналитических методов физико-химической диагностики на атомно-молекулярном уровне, а для этого требуются адаптация традиционных и развитие новых способов исследования и анализа свойств и процессов, присущих объектам нанометровой геометрии и системам пониженной размерности. Уменьшение размеров исследуемых и создаваемых функциональных объектов влечет за собой многократное усложнение процесса измерения, калибровки и стандартизации с максимальной точностью.

Сложность диагностики функциональных нанобъектов и высокая стоимость соответствующего аналитического оборудования привела к созданию центров коллективного пользования такими приборами. Подобные ЦКП выступают составными частями формирующейся нанотехнологической сети РФ. Преимущество программы реиндустриализации региона — то, что академические ЦКП входят в состав инфраструктуры Центра метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции наноиндустрии в Сибирском федеральном округе, обеспечивая измерительные потребности предприятий в регионе. В частности, ЦКП «Наноструктуры» при ИФП СО РАН оказывает диагностическую и метрологическую поддержку разработкам конкурентоспособных на мировом рынке продуктов и технологий в области индустрии наносистем в интересах микро- и наноэлектроники. Сотрудники, работающие в ЦКП «Наноструктуры», — высококвалифици-



Сотрудник ИФП СО РАН Сергей Ситников за работой по созданию и анализу новых материалов, не существующих в природе

цированные специалисты с многолетним опытом выполнения метрологических и научно-исследовательских работ, включая квалифицированное обслуживание сложного диагностического оборудования. С целью обеспечения единства измерений в ЦКП используются сертифицированное оборудование и аттестованные методики прецизионных измерений.

У института существуют долгосрочные крепкие партнерские отношения со многими полупроводниковыми предприятиями, в том числе в Новосибирске. Это АО «НЗПП с ОКБ», АО «НПО "Восток"», ОАО «Октава», ОАО «Швабе — Приборы», ОАО «Катод» и другие. В числе совместных с НПО «Восток» разработок последних лет — изготовление многопиксельной фоточувствительной матрицы сложной архитектуры и сверхчувствительных нанопроволочных сенсоров с фемтомольной чувствительностью для биологов. Мы уже сейчас способны делать последние штучно, но для проведения экспертизы, доклинических и клинических испытаний их нужны тысячи. Пока не получается, хотя мы сотрудничаем с другими институтами, которые работают в этой области здесь, в Сибири, и в Москве.

И в заключение. Исследования Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова в области низкоразмерных систем выполнены на мировом уровне, а часть из них задают этот мировой уровень. Но на пути коммерциализации инноваций совместно с промышленностью без реорганизации процесса передачи разработки и без модернизации производственной структуры и не обойтись. ■

Подготовили Виктор Фридман и Юлия Позднякова



# Химия

# здоровья

Научный руководитель Иркутского института химии им. А.Е. Фаворского Сибирского отделения РАН академик **Борис Александрович Трофимов** знает самые тонкие подробности жизни молекул и умеет договариваться с мельчайшими частицами так, чтобы они работали на благо и здоровье человека. Ученый-химик рассказал нашему журналу о новых лекарственных препаратах, которые создаются в столице Восточной Сибири



# Бальзам Шостаковского, который спас жизни многим тысячам раненых во время Великой Отечественной войны, до сих пор можно найти во всех аптеках

«Мы, как и любой академический институт, занимаемся прежде всего фундаментальными исследованиями. Нас интересует поиск новых закономерностей образования молекул, причем именно тех молекул, которые нужны людям»

Результат исследований — синтез новых лекарственных препаратов. У нас около 2 тыс. документов, защищающих наши права на те или иные полезные вещества — в основном лекарства.

Институт основан ближайшим учеником академика Алексея Евграфовича Фаворского — членом-корреспондентом АН СССР Михаилом Федоровичем Шостаковским. Вместе ученые создали известный противоожоговый ранозаживляющий препарат — бальзам Шостаковского, который спас жизни многим тысячам раненых во время Великой Отечественной войны. Он до сих пор выпускается, пользуется успехом, его можно найти во всех аптеках и даже за рубежом, но чаще всего под названием винилин. Шостаковский тогда же наладил производство поливинилпирролидона и синтетической плазмы крови, которая долгое время использовалась под названием гемодез и также спасла жизни десяткам тысяч человек. Другой ученик Алексея Евграфовича, академик Иван Николаевич Назаров, создал ненаркотическое, очень мощное и до сих пор применяющееся вещество — промедол. Все это на основе органического синтеза с использованием ацетиленов, т.е. из малых молекул, с помощью относительно простых химических методов и химических процедур, причем недорогих.

Ученые нашего института изначально были ориентированы на создание лекарственных

препаратов. Когда директором института стал академик Михаил Григорьевич Воронков, он усилил эту тенденцию — создал отдел биологических исследований, что чрезвычайно важно для получения свежих данных о том, над чем мы работаем. Ведь мы синтезируем много соединений, но среди них могут быть и очень активные лекарственные препараты. Чтобы узнать это, их нужно испытывать. Этим занимаются на разных стадиях биологи и врачи.

— **Испытания проходят на базе вашего института?**

— Во времена Советского Союза у нас был отдел по исследованию биологической активности, но, к сожалению, в результате серьезного сокращения мы лишились наших биологов и медиков. Остались одни химики-синтетики, спектроскописты и теоретики (квантовые химики). Но академик Воронков на новом уровне продвинул исследования, направленные на получение новых медицинских препаратов. Он создал совершенно новое в мире направление, основанное на использовании кремнийорганических соединений. Академик впервые показал, что не только органические соединения могут быть невероятно активны: так, им основана биокремнийорганическая химия, благодаря которой создано несколько интересных и перспективных препаратов. Еще в Советском Союзе родились кремнийорганические препараты типа мивала, мигугена — стимуляторы и адаптогены, стимуляторы роста растений. Были также и другие препараты, не только кремнийорганические. Некоторые из них проходили под разными названиями. Например, иркутин позже стал называться крезацином и трекрезаном. Это тоже адаптоген и стимулятор, повышающий работоспособность человеческого организма в трудных условиях. Он близок к природным гормонам класса арилукусусных кислот. Это соль крезоксиукусусной кислоты с триэтиламином.

— **Своеобразный энергетик?**

— Не совсем. Он активно изучался, а потом и применялся в космической медицине для поддержания работоспособности космонавтов. Но это почти закрытая область, поэтому нас не всегда ставят в известность наши партнеры и коллеги, которые испытывают наши соединения, о том, как и каким образом их используют.



**СПРАВКА**

**Борис Александрович Трофимов**

- Доктор химических наук, профессор.
- С 1994 г. — директор Иркутского института органической химии (ныне Институт химии) СО РАН.
- С 1997 г. — действительный член Азиатско-Тихоокеанской академии материалов.
- С 1998 г. — почетный член Центра гетероциклических соединений (США).
- С 2000 г. — действительный член Российской академии наук.
- Область научных интересов: органический синтез на базе ацетилена и его производных; органическая химия фосфора, серы, селена, теллура (новые реакции, общие методы, полимеры); химия гетероциклических соединений, химия и физическая химия виниловых и аллениловых эфиров, сульфидов, полисульфидов, селенидов, теллуридов, фосфинов, фосфиноксидов, азолов; реакции присоединения по кратным связям, сверхосновные катализаторы и реагенты.
- Лауреат Государственной премии РФ в области науки и технологий 2012 г.

Трекрезан — полусинтетический препарат. Известно, что различные ароки- или фенилуксусные, в данном случае крезоксиуксусная кислота и ее производные, в природе встречаются и представляют собой природные гормоны, стимулируют рост растений. Это было использовано нашими химиками — Михаилом Григорьевичем Воронковым и его учениками. На этой основе было создано целое семейство новых препаратов. Среди них наиболее выдающиеся — трекрезан и крезацин в различных модификациях. Он применяется также в сельском хозяйстве и в медицине для повышения работоспособности человеческого организма.

**— И где это все выпускалось?**

— До того как начал распадаться Советский Союз, основным и самым современным производством в стране был Усольский химфармкомбинат, расположенный в 60 км от Иркутска. Он на 30% был ориентирован на наши препараты: трекрезан, мивал, мигуген, а также феракрил — препарат, который останавливает кровь. Он был подхвачен другими исследователями — как добросовестными, так и нет. В Индии, по-моему, он до сих пор производится под названием гемолог.

**Не кашлять!**

**— Это все препараты, так сказать, с историей. А чем свежим можете похвалиться?**

— Три наиболее ярких и важных лекарства, которые вышли из нашего института сравнительно недавно, это перхлозон — противотуберкулезный препарат, ацизол — первый в мире антидот оксида углерода и других продуктов горения и агсулар — противоатеросклерозный препарат.

Перхлозон и ацизол официально вошли в список жизненно важных препаратов. Агсулар сейчас находится в стадии разработки. Это лекарства нынешнего дня. Перхлозон подавляет микобактерии, вызывающие туберкулез, устойчивые ко всем другим существующим в настоящее время противотуберкулезным лекарствам.

Беда в том, что сейчас бактерии, микробы, вирусы очень быстро приспосабливаются к лекарствам, поэтому с ними трудно бороться. Говорят о резистентных штаммах бактерий, которые не реагируют на существующие лекарства. Наш перхлозон оказался первым за минувшие 40 лет, несмотря на то что в этой гонке участвуют международные фирмы с гигантскими масштабами продаж и гигантскими возможностями по исследованиям, производству и испытаниям.

**— Как вы создавали этот «противотуберкулез»?**

— Когда я говорю «наш препарат», это не совсем корректно: в нашем институте была синтезирована сама молекула. У нас идет серьезная масштабная программа синтеза лекарственных веществ для борьбы с туберкулезом на основе

фундаментальных разработок. Очень важно иметь инструмент, методологию получения новых молекул, причем не случайных, а системно ориентированных. Мы знаем, какими новыми молекулярными фрагментами нужно модифицировать известные препараты (синтетического или природного происхождения), чтобы они были еще более активными, т.е., по сути, чтобы синтезировать новые лекарства. Это очень сложное соединение, состоящее из многих атомов, различных функциональных групп в различном соотношении. В фундаментальных исследованиях мы ориентируемся главным образом на расшифровку этих структурно-функциональных связей, чтобы знать: такая-то структура обладает таким-то действием, но может обладать еще и другим действием, поэтому ее надо испытывать. Синтезировать молекулу, которая даже на первых порах окажется потенциальным лекарством, кандидатом в лекарство, это далеко еще не все — надо исследовать, испытывать.

Мы синтезировали десятки потенциальных лекарств, обладающих активностью против туберкулеза. Вначале они исследовались в Санкт-Петербургском институте фтизиопульмонологии. Среди них было обнаружено несколько новых соединений — потенциальных препаратов, активных против туберкулеза. Мы получили на них авторские свидетельства. Один из препаратов — перхлорон. Он, наверное, так и лежал бы у нас на полках, в библиотеках, коллекциях, но фармакологи, бизнесмены — деловые люди из иркутской компании «Фармасинтез» — обратили на него внимание и стали его дорабатывать. Вкладывали деньги, финансировали доклинические и клинические испытания, а это очень большие затраты — государство, к сожалению, такие работы сейчас не финансирует. Разрабатывались опытные партии.

Следующая необходимая стадия — лабораторный регламент, лабораторные технологии. Потом — технологии для получения укрупненных, проектирование стендовых установок. Препарат был испытан, прошел доклинические и клинические испытания. Участвовало несколько сотен больных туберкулезом на последних стадиях. Во многих случаях после курса лечения больной полностью исцелялся. В итоге препарат был разрешен, зарегистрирован и вошел в перечень жизненно важных лекарств. Сейчас он производится «Фармасинтезом» и поставляется в клиники.

**— И теперь вы к нему уже не имеете отношения?**

— Мы продолжаем его дорабатывать, получаем различные модификации, потому что у каждого

препарата есть свои недостатки. Здесь, как и у большинства противотуберкулезных лекарств, главный недостаток — повышенная токсичность. Как и у онкологических препаратов: начинаешь бороться с бактериями, вирусами, которые поражают организм, неизбежно затрагиваешь полезные бактерии и здоровые ткани. Но пользы от него больше, препарат лечит людей, производится и заказывается специализированными клиниками. За 40 лет это первый в мире препарат, который активен против резистентных микобактерий.

**— Это синтетика?**

— Да, чисто синтетический препарат.

**— В других странах его применяют?**

— Пока нет, там большая конкуренция, выставляются различные препоны. «Фармсинтез» хоть и очень солидная и развивающаяся компания (мы с ней давно сотрудничаем), но не обладает возможностями транснациональных фармацевтических монстров, таких как *Bayer, Johnson & Johnson, Pfeiffer*. Лет 10–20 назад, чтобы вывести лекарство на мировой рынок, нужно было \$500–800 млн, сейчас это уже около миллиарда. Этот препарат обошелся на несколько порядков дешевле — и нашему налогоплательщику, и нашей фирме. Правда, патент окончился, поэтому он уже стал дженериком.

**Три часа на пару**

**— Субстанцию в России производят или за рубежом?**

— Можем сказать с гордостью, что у нас. Мы продолжаем совершенствовать способ получения субстанции. Уже сейчас она производится намного проще и в гораздо более экологически приемлемых условиях, практически в водной среде. Сейчас запускается завод по производству препарата в Братске. Но субстанция-то наша, а вот исходные вещества для получения этой субстанции, к сожалению, приходится заказывать за рубежом. Для нашей страны это вообще самая главная беда в вопросе производства лекарств, лекарственной безопасности.

Сейчас на самом высоком уровне говорится, что нужно избавиться от зависимости от импорта всего, чего только можно. Прежде всего, надо работать над импортозамещением лекарств. Мы слышим громкие браваурные заявления наших чиновников, что мы все сделаем, синтезируем и не будем покупать совсем ничего или почти ничего.

**— Разве это не так?**

— В значительной степени это правда: мы действительно можем сделать все. Наш институт

в состоянии создать любое лекарство, любой дженерик плюс абсолютно инновационное лекарство. Но для того чтобы сделать среднее по сложности молекулы лекарство, нужно 20, 30, а иногда 100 исходных веществ, реагентов и растворителей, которых у нас в стране нет. Мы покупаем их за границей, а потом синтезируем препарат по нашей технологии, методологии, по нашим реакциям. Пока еще не затронуты санкциями реактивы, но часто получение реактивов и реагентов из-за рубежа буквально заблокировано нашими контролирующими органами. Видите ли, то или иное вещество может быть использовано для синтеза наркотиков, поэтому его выписывать, закупать и поставлять

«Наш институт ориентирован на поиск лекарств, которые позволяют бороться с пятью социально значимыми болезнями: гриппом, туберкулезом, ВИЧ-инфекцией, онкологическими и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Мы работаем в этой сфере совместно с самой крупной противовирусной командой — ГНЦ вирусологии и биотехнологии "Вектор"»

нельзя. Мы не можем закупать за границей ацетон и даже соляную, серную и уксусную кислоты!

— **Тем не менее новые вещества мы синтезируем?**

— Каждый день около 50–100 (если считать промежуточные, вспомогательные и побочные продукты) наверняка. Вы понимаете, что может произойти: мы можем синтезировать и выпускать любое лекарство и не импортировать его. К счастью, у нас имеются замечательные кадры, очень хорошие синтетические школы. Их осталось уже немного, но есть такие, которые могут сделать любые лекарства. Скажу без ложной скромности, это наш институт, в нем работают 150 научных сотрудников, из них 40 докторов и профессоров, остальные — кандидаты наук. У нас один из самых «докторских» институтов, больше всего защит, есть

тридцатилетние доктора. Один сотрудник даже сумел защитить докторскую в 26 лет!

Очень хороший Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского на Урале, его возглавляют академики Олег Николаевич Чупахин и Валерий Николаевич Чарушин. В 2012 г. мы с ними удостоились Государственной премии. Президент нам руки пожимал в Кремлевском дворце за разработку лекарств, методов, методологий и законов, по которым эти лекарства создаются.

Еще очень достойная школа, можно сказать, наша альма-матер, — московский Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского. В Новосибирске есть школа академика Генриха Александровича Толстикова, моего покойного друга. Он в свое время уехал из Уфы, там сейчас часть его школы очень продуктивно работает. Я уже не говорю о нескольких синтетических школах в МГУ (академики Николай Серафимович Зефирин, Ирина Петровна Белецкая), которые лидируют в мире в области тонкого органического синтеза, также ориентированного на лекарства.

Российские синтетики-органики — эксперты мирового уровня. Они широко цитируются и по всем наукометрическим показателям входят в мировую элиту в этой области науки. Таким образом, кадры мирового уровня у нас есть. А вот с реагентами — беда.

— **Как проходит поиск? Вы целенаправленно создаете именно противотуберкулезное лекарство или разрабатываете некий препарат, который оказывается противотуберкулезным?**

— Есть несколько методологий. Наиболее старая, классическая, но до сих пор, пожалуй, самая реалистичная и эффективная — синтез по аналогии либо с природными веществами, либо с уже известными лекарствами. Имеется природное вещество определенной активности — скажем, хинин, который использовался против малярии. Ученые-синтетики начинают работать «вокруг» этого вещества. Они изменяют его строение, функциональные группы, вводят те или другие атомы и смотрят, каким образом изменяется его активность. Как правило, получают более активное вещество.

Так, несколько десятилетий назад было открыто очень активное противораковое вещество — таксол из коры тиса американского. Его очень трудно было добывать: нужно перерабатывать большое количество коры, а выделяемое количество — миллиграммы. Химики определили структуру вещества, она оказалась очень сложной, но стали синтезировать похожие молекулы. Они получили название «таксоноиды», т.е. «подобные таксолу». Среди них оказались как неактивные, так и более активные, те, которые можно синтезировать без привязки к тису — более легко, быстро и, самое главное, дешево.

Таксол сам по себе — очень сложное соединение, поэтому химики выделяли отдельные фрагменты и смотрели, какая часть молекулы ответственна за эту активность. Таким образом, с одной стороны, упростили вещество, с другой — усилили его эффективность. Это одна из эффективных стратегий, хотя и самая консервативная. То же самое применимо и в отношении некоторых других лекарственных препаратов. Берут уже известное противотуберкулезное вещество, скажем, изониазид, который раньше был очень активен и действенен, но сейчас микробы к нему привыкли, и вводят в него другой радикал, другую структурную группу. Для микробов это непривычно, они еще не знают, как с ним бороться и стоит ли это делать. Поэтому они начинают погибать.

Более современный, но гораздо более дорогой подход, который мы тоже используем, но по понятным причинам ограниченно, — это скрининг (т.е. изучение широкого спектра биологической активности) больших

рядов синтезированных, совершенно новых молекул и построения корреляции между биологической активностью и структурой соединения.

А самая передовая стратегия в поиске лекарств — использование квантовой химии для построения и распознавания биологических мишеней и определение структуры веществ-снарядов, наиболее точно бьющих по этим мишеням и не затрагивающих больше никаких органов. Это направление возглавляет у нас в стране академик Н.С. Зефирова из МГУ.

Прежде чем создать программу поиска противотуберкулезных веществ, мы включили туда десятки структур. Не просто синтезировали, и дело с концом. Из многих синтезированных нами веществ мы выбираем только те, которые подходят на основании известных или найденных нами закономерностей «структура — свойство». Скажем, в практике используется 10–20 лекарств, но, чтобы их получить, химики синтезировали и испытывали сотни и тысячи веществ. По мере исследования набор кандидатов суживается, но это все еще не лекарства, а кандидаты в лекарства.

На самом деле синтезировать вещество с нужной активностью и даже с суперактивностью — не самое главное. Дальше надо испытать, не действует ли оно негативно на другие функции организма, как организм будет реагировать на использование этого вещества через несколько лет, как

это подействует на эмбрион, если его принимают во время или до беременности и т.д. Это сейчас по мировым требованиям обязательно — стандартные доклинические и клинические испытания.

### Мал реагент и дорог

— **«Клиника» у нас растягивается на несколько лет. И люди зачастую умирают в ожидании этого лекарства. Может быть, они были бы готовы его принимать и до окончания испытаний. Это же хоть какой-то шанс...**

— Совершенно верно, но есть законы: не разрешено. Особенно это относится к онкологическим препаратам. Наш институт ориентирован на поиск

лекарств, которые позволяют бороться с пятью социально значимыми болезнями: гриппом, туберкулезом, ВИЧ-инфекцией, онкологическими и сердечно-сосудистыми заболеваниями. У нас совместно с «Фармасинтезом» есть большая программа по антиВИЧ-препаратам. Д.А. Медведев

недавно сказал, что ВИЧ — наша беда. Наконец это поняли на высоком уровне. Мы работаем в этой сфере совместно с самой крупной противовирусной командой — ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор».

— **Тем самым, в котором хранятся штаммы особо опасных вирусных заболеваний?**

— Совершенно верно. Основная работа и основное финансирование начинаются после того, как открыто активное вещество. Во-первых, изучаются побочные действия. Во-вторых, для того чтобы выйти с лекарством на мировой рынок, нужно доказать, на какую конкретно мишень в организме оно действует, и знать механизм его действия. Это очень большие затраты — крупные исследования больших коллективов. По технологии обычно это многостадийные синтезы, надо провести не одну реакцию. Это может быть 10, 20 или 30 сложнейших, тончайших, где-то последовательных, где-то параллельных химических актов, в которых наряду с нужным веществом получается ряд ненужных, так называемых побочных, от которых необходимо освободиться.

Каждая стадия требует разработки своей технологии. Поэтому здесь нужны не только ученые, но и инженеры-технологи, особенно ориентированные на фармакологию, фармацевтику, — их следует растить, учить, пестовать. Но у нас сейчас не только нет исходных веществ, реагентов,

После того, как открыто активное вещество, изучаются побочные действия. Затем нужно доказать, на какую конкретно мишень в организме оно действует, и знать механизм его действия

растворителей (это продукты малотоннажной химии), но и нет или почти нет инженеров-технологов, ориентированных на фармацевтику.

### — Уезжают?

— Некому уезжать, их просто вузы не выпускают. Это направление у нас в загоне. Вот наш Иркутский национальный исследовательский технический университет имеет кафедру химической технологии, но, к сожалению, она не ориентирована на фармакологию. Нет у нас сейчас таких инженеров, лаборантов и технологов, какие были на том же Усольском химфармкомбинате лет 30 назад, где могли самое сложное лекарство выпустить и использовать самое сложное оборудование. Такие технологи должны быть знакомы с современным сложным оборудованием, это безусловно. Они должны знать и химию, и технологию. А кто будет управлять сложнейшим оборудованием? Технического персонала у нас тоже нет — его нужно обучать.

Наш институт предложил программу создания научно-образовательного технологического комплекса, который, используя уникальный опыт и знания наших профессоров и докторов, сможет сначала штучно, а потом и массово готовить и инженеров-технологов, и технический персонал. Совместно с технологической кафедрой нашего политехнического института, нашим классическим университетом, медицинским университетом и институтами бывшей РАМН (они теперь в составе РАН) мы могли бы поставить такое обучение на хорошую ногу. Это взаимодействие сложилось давно, необходимо только финансирование.

### — Сколько? Озвучьте, пожалуйста, цифру.

— Несколько сотен миллионов рублей. Но отсутствие такого центра может обойтись для нашей страны дороже. Вы только представьте, что будет, если и здесь нам санкциями перекроют кислород, как говорят в народе, не будут продавать лекарства. Ведь, по разным оценкам, мы импортируем от 60 до 90% медикаментов. Как мы будем жить? Я глубоко убежден, что мы недооцениваем вызов, стоящий в этой области перед нами, нашей страной. Нам нужны научно-образовательные технологические центры, ориентированные на фармацевтическую промышленность и малотоннажную химию. Пока еще у нас есть школы органического синтеза, которые могут быть основой таких центров, нужно срочно создавать фармацевтическую промышленность и промышленность тонкого органического синтеза, малотоннажную химию. Я уже говорил, что это не только ученые-синтетики, но и инженеры-технологи, технический персонал, ориентированный на фармакологию. И это малотоннажная химия, с которой у нас дело тоже обстоит очень и очень тревожно.

### — Для производства реагентов для фармацевтической промышленности?

— Не только. Малотоннажная химия — это и инновационные материалы, и IT-технологии, потому что все эти носители информации, все элементы для повышения памяти наших компьютеров — это все в значительной степени органическая, элементноорганическая и неограниченная химия. Все это требует реагентов, причем новых и более эффективных, чем существующие. Академик Жорес Иванович Алферов получил Нобелевскую премию за создание элементной базы IT-технологий (он разработал полупроводниковые гетероструктуры и создал быстрые опто- и микроэлектронные компоненты). У нас есть очень хороший задел, опыт, нам надо его не потерять.

В Советском Союзе, по разным данным, производилось где-то около 20 тыс. органических и неорганических реагентов — продуктов малотоннажной химии. В США — примерно столько же. Мы были на одном уровне, в равных весовых категориях. Сейчас в России выпускают 500 реагентов, а в Соединенных Штатах, грубо говоря, 200 тыс. Нам срочно надо поднимать малотоннажную химию. Недавно мы с исполняющим обязанности директора Иркутского научного центра СО РАН доктором химических наук Андреем Викторовичем Ивановым выступали на конференции по малотоннажной химии с общим докладом, в котором об этом говорили.

### — Возможно, малотоннажная химия — дело убыточное?

— Напротив, это чрезвычайно прибыльно, потому что никакая другая отрасль не требует так мало вложений. Это может быть несколько тонн, иногда несколько килограммов, иногда несколько десятков килограммов, поэтому на входе требуется не так много капиталовложений. А отдача очень большая. Получаются продукты с добавленной стоимостью, в десятки и сотни раз превышающей вложенный капитал.

В нашей лаборатории синтезирован тетрагидроиндол — одно из базовых соединений для синтеза лекарств, и технология его разработана. Один грамм этого вещества по зарубежным каталогам стоит от 100 до 150 евро.

### — Дороже золота.

— Во много раз дороже. По нашей технологии килограмм может стоить дешевле ста евро. Это 1000–1500% прибыли.

### Нет дыма без вреда

### — Вернемся к внедренным препаратам. Ацизол...

— ...это антидот, противоядие против угарного газа и других токсичных продуктов горения. Мы знаем, что сейчас продукты горения многих пластиков более токсичны, чем даже окись углерода.

Препарат разрабатывался еще в советское время для подводников — он еще и антигипоксант, т.е. помогает людям в тех условиях, когда мало кислорода.

Почему человек получает отравление оксидом углерода? Оксид углерода  $CO$  связывается с гемоглобином. Гемоглобин у нас переносчик кислорода: он в легких насыщается атмосферным кислородом и через систему капилляров доставляет его органам: в сердце, мозг и т.д.  $CO$  блокирует активность гемоглобина и не позволяет ему связывать кислород. Все, он становится неактивным.

Наш ацизол проводит разблокировку. Он не допускает связывания  $CO$  с гемоглобином. Это первый в мире антидот против окиси углерода. Он нужен пожарным, тем, кто подвергся отравлению — надыхался оксидом углерода. Сейчас у нас, к сожалению, много лесных пожаров. Работающие на них пожарные получают большие дозы этого яда. Но ацизол настолько эффективен, что позволяет вернуть человека, уже смертельно отравившегося окисью углерода, буквально с того света.

— Он работает быстро?

— Да, причем не только излечивает, но и используется для профилактики. Пожарный, боец МЧС, солдат может и должен иметь в аптечке ацизол и сделать себе инъекцию или принять капсулу, когда идет в очаг задымления. Таким образом он спасается. Несколько лет назад, когда у нас в Иркутске выехал за полосу самолет А310, на борту вспыхнул пожар. Много детишек пострадало. У нас тогда были только выставочные образцы ацизола, но мы оперативно их доставили в Ивано-Матренинскую больницу, и благодаря этому препарату многие дети остались живы. Понятно, что этот препарат нужен и тем, кто дежурит на тяжело загазованных автомобилями улицах, например полиции.

— В 2010 г. назад в Москве был страшный смог. В такой ситуации его можно было использовать?

— Нужно. Но, к сожалению, факторы, далекие от истинной необходимости, оказываются более сильными. Несмотря на то что есть приказы и по Министерству обороны, и по МЧС, и по Минздраву, что этот препарат должен быть в аптечках, до сих пор ацизол выпускается нерегулярно и в ограниченных объемах. У нас нет генерального заказа, нет финансов. Деньги на науку и на разработку лекарства — это финансирование самых что ни на есть высоких технологий. Мы говорим, что

Новейшие разработки иркутских фармакологов большей частью не имеют мировых аналогов



нужно их развивать, а на самом деле финансирование на науку постоянно снижают. А ведь фармакология и фармацевтическая промышленность — это безопасность страны. Я абсолютно убежден, что лекарственная безопасность сейчас должна стоять у нас на первом месте, ее нужно обеспечивать в первую очередь. Над этим нужно работать, пока не поздно.

— Что может сдвинуть ситуацию с мертвой точки? Должен же быть кто-то в стране заинтересованный и понимающий? Бизнесмены, политики, экономисты.

— Я вижу единственный путь — реальный интерес бизнеса. Перхлорон появился в клиниках именно потому, что им заинтересовались компания «Фармасинтез» — люди бизнеса, которые и стали его финансировать. У нас есть препарат анавидин — это суперантисептик, во многих отношениях лучше антисептиков, которые закупаются за большие деньги за рубежом. Он создан в нашем институте, выпускался на нашем опытном производстве по инициативе и при финансировании заинтересовавшегося им бизнесмена. Сейчас, насколько нам известно, производится одна из его модификаций.

У нас есть много препаратов растительного происхождения, это еще одно направление нашей работы. Например, дигидрокверцетин — это капилляропротектор, сильный природный антиоксидант, хорошее средство против атеросклероза, он поддерживает работу сердца и сосудов, замедляет процессы старения. Сейчас его производят различные фирмы по всей России. ■

Беседовал Валерий Чумаков



# Время для НОВЫХ ПОДХОДОВ

Свое здоровье ближе к телу, поэтому нас всех волнуют вопросы медицины. Что нового придумали врачи и исследователи? Как дожить до старости, сохранив здравый ум, твердую память и трезвый рассудок? Можно ли заранее узнать слабые места своего организма? Об этом рассказывает заместитель председателя СО РАН, председатель объединенного ученого совета по медицинским наукам СО РАН, член бюро отделения медицинской науки РАН, руководитель отдела экспериментальной и клинической нейронауки в НИИ физиологии и фундаментальной медицины академик **Любомир Иванович Афанас.**



## Методы клеточной терапии всегда сопряжены с риском, поскольку манипуляция способна стать источником онкогенной активности

### Магнитом по депрессии, фитнесом мозга по когнитивной деградации

После реформы РАН в области медицины были выделены несколько приоритетов, соответствующих мировым, чтобы в условиях сжимающегося финансирования сконцентрировать ресурсы на действительно ключевых векторах, где возможно в той или иной мере получить прорывные результаты. Одно из главных направлений — нейронаука. Я возглавляю НИИ физиологии и фундаментальной медицины, а также отдел экспериментальной и клинической нейронауки в этом институте, поэтому такой вектор мне профессионально наиболее близок.

Сегодня на передний план выходят нейродегенеративные заболевания, такие как болезни Альцгеймера, Паркинсона и Хантингтона. Корреляция прямая: чем преклоннее возраст, тем выше риск возникновения подобных недугов, поскольку с годами теряется нейрональная пластичность мозга и, как следствие, начинается деградация когнитивного и эмоционального ресурсов. В итоге мы получаем предпосылки к возникновению нейродегенеративных заболеваний, и в течение ближайших 15–20 лет ожидается удвоение количества таких пациентов.

Если мы говорим про аффективные расстройства, число страдающих которыми тоже растет очень быстрыми темпами, то это в основном депрессии, панические атаки и тревожность. Однако на передний план выходят именно депрессивные состояния. Они опасны не только в связи с суицидальным поведением, но еще и по причине инициирования супрессии иммунной системы, что приводит к целому каскаду негативных последствий. По данным специальных эпидемиологических исследований, практически в 95% случаев возникновение онкопатологии предваряется выраженным в той или иной мере нарушением эмоций депрессивного круга.

В отношении депрессии существует важный момент: приблизительно одна треть пациентов не реагирует на фармакотерапию, следовательно, весь имеющийся у врача круг препаратов для лечения такого недуга может оказаться бесполезным для данного конкретного человека. Соответственно, нужны альтернативные нефармакологические подходы к модуляции функций мозга. Наши подразделения, как и ведущие центры в мире, начали исследовать в данной связи терапевтический эффект транскраниальной магнитной стимуляции. Суть технологии — в воздействии мощного

электромагнитного импульса на определенные участки коры головного мозга с учетом их функциональной специализации. В случае депрессии это дорсолатеральная префронтальная кора, участвующая в механизмах генерации негативного аффекта. Персонализация точности позиционирования стимулирующей катушки у конкретного пациента достигается в результате магнитно-резонансного сканирования головного мозга, координаты МРС пациента передаются на робот-манипулятор системы стимуляции. Далее выполняется курс стимуляции, эффективность которого достаточно высока. Мы проводим исследования и разрабатываем новые нейротехнологии в рамках данного направления, например для болезни Паркинсона. Арсенал фармакологических воздействий на данное заболевание ограничен: существует всего один препарат, оказывающий специфическое действие на причину заболевания — леводопа. Однако к нему в ряде случаев развивается резистентность, либо он провоцирует побочные эффекты. Мы разработали технологию ритмической транскраниальной магнитной стимуляции на две мишени заболевания — двигательные поражения (тремор, брадикинезия и прочие) и сопутствующую депрессию, возникающую зачастую как реакция в ответ на осознание невозможности полного излечения. Этот подход оказался эффективным для ряда клинических форм болезни Паркинсона.

Для депрессий характерна еще одна особенность — длительный латентный период ответа на фармакотерапию. Предположим, поступает пациент в остром состоянии, а реакция на препарат может развиваться только через четыре-восемь недель, до этого нельзя судить об эффективности. Поэтому подходы, которые связаны с определением маркеров или предикторов чувствительности данного пациента как к нейрофармакологическому, так и нефармакологическому воздействию, — также очень важное направление исследований наших подразделений.

В последние несколько лет в нейронауке начало развиваться еще одно направление — разработка технологий «фитнеса мозга» (*brain fitness*), основанная на двух основных постулатах. Первый: чем больше работает этот орган, тем дольше он сохраняется в высоком функциональном состоянии. Второй и более важный: активная деятельность мозга — самое надежное средство профилактики возникновения нейродегенеративных заболеваний. Поэтому сейчас разрабатывается целый комплекс стимуляционных подходов, позволяющих держать наш главный «процессор» в оптимальной форме и замедлять его естественное старение, а также предохранять от преждевременного.

Психосоматическая патология — еще один актуальный аспект клинической нейронауки. Возьмем, например, эссенциальную (или индуцированную

стрессом) артериальную гипертонию. Существует клинический вызов: несмотря на нормализацию периферического артериального давления с помощью фармакологических воздействий, ускоренное старение мозга продолжается, т.е. с помощью традиционных подходов его не удастся остановить. Здесь мы предлагаем нейротехнологии воздействия на осцилляторные системы вышеозначенного органа, что позволяет улучшать нейрональную пластичность и замедлять процессы ускоренного старения мозга у данных пациентов. Поэтому современная терапия гипертонии заключается в том, чтобы работать не только с сосудами, но и с интегративными и регуляторными системами мозга.

### СПРАВКА

#### Любомир Иванович Афтанас

- Доктор медицинских наук, профессор, академик РАН.
- Родился в поселке Жовтень Ивано-Франковской области Украинской ССР. В 1979 г. окончил лечебный факультет Ивано-Франковского государственного медицинского института.
- В 1979–1982 гг. — врач-психиатр/психотерапевт отделения пограничных состояний психоневрологической клиники.
- С 1985 г. после окончания аспирантуры и по настоящее время работает в Институте физиологии и фундаментальной медицины СО РАН, пройдя путь от старшего научного сотрудника до директора.
- В 2011 г. — вице-президент РАМН, в 2013 г. — член Президиума РАН, заместитель председателя СО РАН.
- Сфера научных интересов: нейрофизиологические механизмы эмоций у человека, индивидуально ориентированная неинвазивная нейрофизиологическая коррекция нарушения эмоционального пространства у больных с неврозами и психосоматическими расстройствами.
- Автор более 200 научных работ, в том числе пяти монографий, трех патентов.
- Член авторитетных международных организаций в области клинической и экспериментальной нейронауки, действующий вице-президент Международного союза по приполярной медицине (IUCH; первый представитель от РФ), почетный член Российского общества психиатров,
- Главный редактор «Сибирского научного медицинского журнала», член редколлегии журналов «Вестник РАМН», «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины» и др.
- Награжден Международным союзом по приполярной медицине именной медалью и премией им. Артура Хилдса; лауреат премии Президиума РАМН в области фундаментальных исследований, дипломант Фонда содействия отечественной медицине Президиума РАМН; награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.

Важным разделом в технологии *brain fitness* становится использование ингаляций благородных газов в определенных концентрациях. Мы работаем с ксеноном в субнаркотических дозах и создаем технологии предотвращения эксайтотоксичности (т.е. повреждения нейронов в результате перевозбуждения глутаматных рецепторов) в результате черепно-мозговой травмы, а также лечения резистентных форм депрессии и панических расстройств.

### Каждому — по потребностям

Рассматривая проблему сердечно-сосудистых заболеваний и атеросклеротического поражения кардиоваскулярной системы, я бы отметил исследования в области прогнозирования стабильности и нестабильности атеросклеротической бляшки. Нестабильная бляшка — причина высокой смертности. В НИИ терапии и профилактической медицины разработана оригинальная технология предсказания ее поведения. С технологической точки зрения важно иметь объективные методы прогноза и исходя из этого проводить терапию или определять тактику ведения того или иного пациента. А коллегами в Якутском научном центре под руководством профессора М.И. Томского установлены важные этнические особенности формирования атеросклеротической бляшки: оказывается, у якутов по сравнению с европеоидами она образуется по более доброкачественному варианту, прорастая вглубь сосудистой стенки, а не в просвет сосуда. С участием инновационных компаний и ФГБУ «НИИ терапии и профилактической медицины» у нас разработана тест-система для быстрого «прикроватного» определения повышенного уровня раннего кардиомаркера сердечного белка, связывающего жирные кислоты (сБСЖК) в цельной венозной крови. Использование экспресс-теста оказывает помощь в ранней диагностике острого инфаркта миокарда, особенно в первые 18 часов от начала клинических проявлений. Наличие подобной системы важно в формировании тактики ведения конкретного пациента. Технология прошла клинические испытания и готова к практической реализации.

В последнее время также популярна тема рисковометров. По данным анализа спектра липидов крови, поведенческих и других факторов квантифицируются риски и строится индивидуальный прогноз возникновения кардиоваскулярной патологии. Исходя из последнего разрабатываются индивидуальные стратегии по ведению пациента — либо уже сейчас, либо, в соответствии с выявленными перспективами, в будущем. Здесь очень широко используются подходы персонализированной медицины, когда становятся обязательными геномная и протеомная диагностика. Пока эти диагностические методы (особенно протеомный



анализ) стоят дорого, но точность их очень высока. Например, протеомный анализ самых ранних стадий рака простаты дает точность диагностики до 96%. Мы надеемся, что по мере удешевления эти технологии получат массовое применение в практической медицине, а это позволит перевести на совершенно иной уровень весь лечебно-диагностический процесс. Ведь что такое среднестатистическая терапия сегодня? Человеку ставят диагноз, далее — лототрон со среднестатистически эффективными препаратами. Вам достается один из них, и существует всего лишь вероятность, что правильно назначенные средства помогут именно в вашем случае. Поэтому персонализация — радикальный шаг, который, безусловно, важен и нужен для развития медицины.

Особенно принципиален персонализированный подход в лечении рака — в связи с тем, что экономическая составляющая очень высока. Наши ученые из НИИ онкологии разработаны эффективные технологии персонализации терапии с учетом полиморфизмов генов опухоли, предикторов опухолевого роста, особенностей метилирования генома и т.д. Персонализированная терапия чрезвычайно актуальна и в иммунологии. В клинике иммунопатологии ФГБНУ «НИИ фундаментальной и клинической иммунологии» (НИИФКИ) разрабатываются технологии персонализации цитокиновой терапии тяжелейших поражений при ревматоидном артрите. Здесь есть определенные

решения и продвижение, но они требуют большей технологизации и удешевления для массового применения.

### Что было, что будет, чем сердце успокоится

Еще одно приоритетное направление — клеточные и аддитивные технологии, 3D-принтинг, путь к инженерии органов. Названные области биомедицины сегодня стремительно развиваются. Как это должно работать? Человек рождается, на старте жизненного цикла у него забирают биообразец и помещают последний в криобанк. Тем самым ты становишься сам для себя «контролем» в динамике собственной жизни, любые патологические изменения сравниваются с исходным состоянием. А оставленные биообразцы — важнейший персональный пул, источник генерации новых тканей и органов в зависимости от возникающей потребности и состояния.

Здесь возможны два варианта: перепрограммировать стволовые клетки на нужные или стимулировать выход и миграцию уже существующих в организме. НИИ фармакологии и регенеративной медицины им. Е.Д. Гольдберга активно развивает второе направление: уже созданы реальные препараты, позволяющие управлять регенеративным ресурсом при различных патологических состояниях. Но и здесь не все так просто. Например, в миокарде есть собственные стволовые клетки, однако они не спешат мигрировать в зону инфаркта во время острой фазы его возникновения.

В клеточных технологиях есть еще один важнейший вызов: манипуляции со стволовыми клетками могут инициировать процессы онкогенеза, поэтому аспекты безопасности становятся ключевыми. И когда кто-то утверждает, что сейчас с помощью клеточной терапии сделает то-то и то-то, нужно быть очень внимательными, поскольку всегда есть риск, что манипуляция способна стать источником онкогенной активности, часть клеток выйдет из-под контроля и начнет дифференцироваться как раковые. Это принципиальный аспект безопасности пациента.

В связи с изложенным выше я всегда рассказываю анекдот: спросили у нобелевского лауреата-синоптика, можно ли сегодня со стопроцентной вероятностью предсказать погоду на завтра. Он сказал: «Да, но для этого нам нужно работать месяц». Приблизительно так выглядит и современная медицина: нынешний этап развития знаний таков, что известно уже очень многое, с пациентом мы в состоянии сделать массу различных манипуляций, но для этого требуются достаточно много времени и огромное количество денег. Имплементация таких технологий, их рутинизация и удешевление, безусловно, произойдут в ближайшем будущем. Однако этот процесс займет определенное время. ■

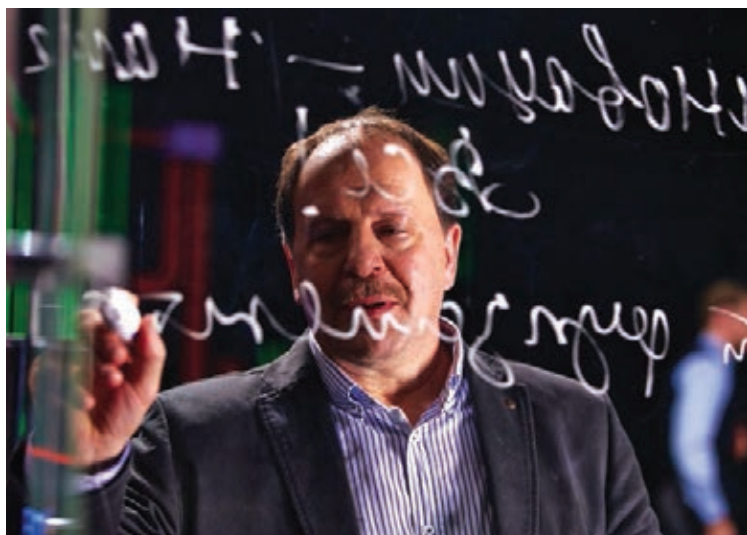
Подготовили Виктор Фридман и Юлия Позднякова

# Философия новых материалов

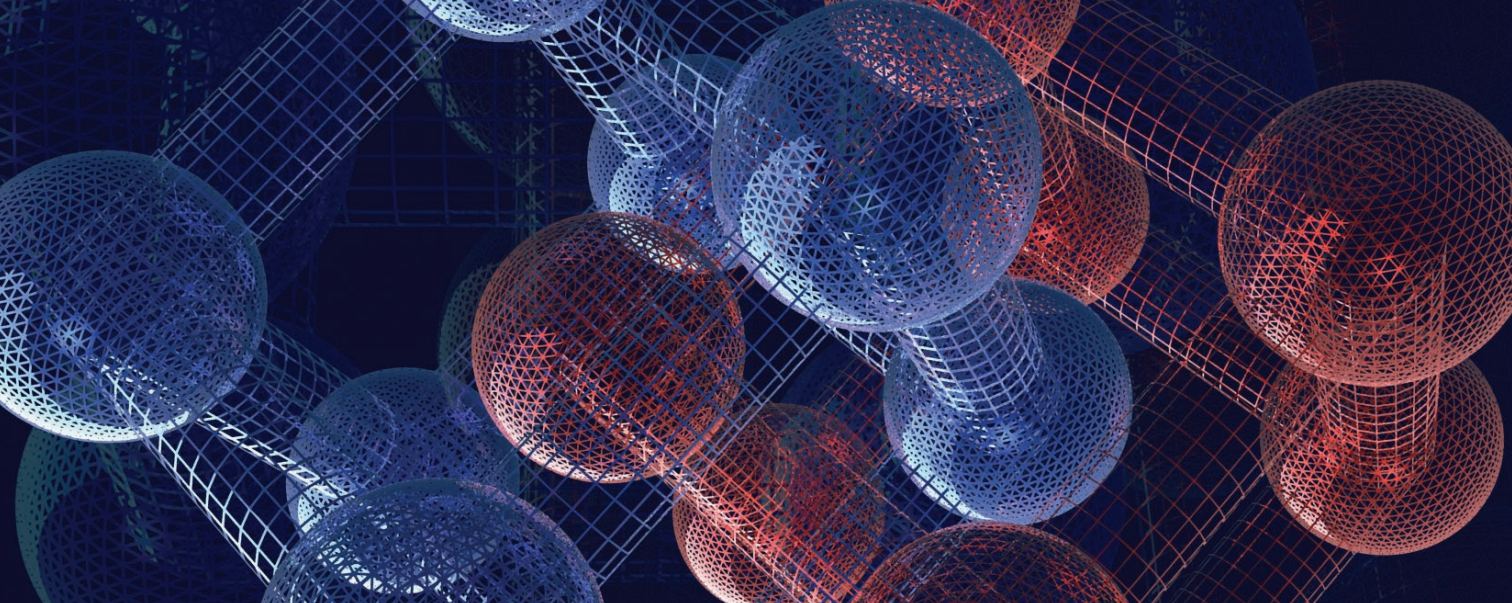
**В** разговоре с нашим корреспондентом директор Института физики прочности и материаловедения член-корреспондент РАН **Сергей Григорьевич Псахье** подчеркнул, что примененный учеными подход к созданию наноструктурных агентов для новой противораковой терапии представляет собой лишь одну из возможностей развиваемого в его институте нового научного направления — физической мезомеханики.

Это направление было сформулировано еще в 80-х гг. прошлого века. Основоположником его был академик Виктор Евгеньевич Панин. Кстати, совсем недавно, 10 ноября, мы отмечали его юбилей. Введение новых терминов и понятий всегда вызывает противодействие, это такой здоровый консерватизм: новые представления должны проходить через цикл острых дискуссий, и мезомеханика не стала исключением. В острых дискуссиях с корифеями она закалилась и завоевала признание в научном мире. В ее основе лежит многоуровневая концепция, согласно которой при разработке новых материалов необходимо учитывать то обстоятельство, что процессы в них происходят на разных структурных уровнях. Это генерация, движение и аннигиляция дефектов различной размерности, образование, рост, слияние и фрагментация зерен и т.д. Важно, что все эти процессы связаны друг с другом и именно эта взаимосвязь определяет свойства материала, его поведение в различных, в том числе экстремальных условиях. Для придания материалам новых свойств иногда достаточно внести, казалось бы, совсем небольшие изменения в эту иерархию. Таким образом мы можем, например, увеличить усталостную прочность в десятки раз. И такие разработки уже есть.

Говоря проще, мезомеханика — это многоуровневый подход к разработке перспективных материалов, согласно которому материал следует



Международная группа исследователей из России, Словении, Германии, США и Израиля во главе с учеными из Института физики прочности и материаловедения (ИФМП) СО РАН и Томского политехнического университета (ТПУ) уже несколько лет успешно работает в области применения нанотехнологий для подавления роста раковых клеток. С российской стороны в коллектив также входят ученые из Томского государственного университета (ТГУ), Отдела структурной макрокинетики ФГУН «Томский научный центр (ТНЦ) СО РАН» и Сколковского института технологий (Сколтеха). О значимости исследований говорит и уровень публикаций, в том числе в журналах *Nature Publishing Group*. Ученые работают на стыке наук, там, где физика и химия встречаются с биологией.



рассматривать как среду, в которой постоянно происходят изменения, причем на всех уровнях, от микро- до макро-. Все эти уровни связаны друг с другом, и, зная характер существующих связей, можно управлять вполне определенными свойствами материала.

Сегодня это научное направление переживает своеобразный бум: практически во всех ведущих странах мира создаются программы, инициативы и научные центры по данной тематике. Это обусловлено тем, что традиционные взгляды почти исчерпали свои возможности и необходимо развивать новые способы управления свойствами материалов. И в основе лежат принципы, когда-то заложенные в Томске академиком В.Е. Паниным. Сейчас этот подход становится общим фактически для всей науки о материалах, и мы в числе лидеров. Именно на этой основе мы разрабатываем самые различные материалы, в том числе для ядерной энергетики, авиакосмической техники, для применения в условиях Арктики. Многоуровневый подход мезомеханики позволяет развивать и другие направления. Например, совместно с Ракетно-космической корпорацией «Энергия» им. С.П. Королева мы разрабатываем многоуровневый подход в направлении, которое известно как «динамическое моделирование и проектирование конструкций». В этой области многоуровневый подход позволит учесть иерархию внутренней структуры материала при проектировании сложных конструкций и механических систем космических аппаратов. Разработчики получают возможность находить новые конструкторские и инженерные решения. Это направление развивается нами совместно с Томским политехническим университетом и Томским государственным университетом.

Может быть, я увлекаюсь, но должен сказать, что считаю этот подход универсальным и выходящим за рамки науки о материалах. Это почти философский подход, приложимый к разнообразным сложным системам, даже социальным.

Сегодня исследования иерархически организованных структур ведутся по двум направлениям —

это так называемые твердые (*hard matter*) и мягкие (*soft matter*) материалы. Сейчас в стадии бурного становления находится новая научная дисциплина — *soft matter science*. Она еще не имеет общепринятого названия на русском языке, пока оно звучит как «наука о мягкой материи». Характерно, что для этой научной дисциплины актуальны те же принципы, что и для физической мезомеханики.

Но давайте вернемся к биомедицинским приложениям. Управление структурой материала на уровне с характерным масштабом ниже, чем нано-, т.е. фактически на атомном, показало, что даже, казалось бы, незначительные изменения могут приводить к изменению отклика на макроскопическом уровне, менять свойства наночастиц порой самым неожиданным образом. Это позволило нам разрабатывать наноструктуры для создания противораковых агентов с необходимым комплексом свойств.

Первое направление связано с созданием структуры, получившей название феррилипосома. Она представляет собой пузырек, окруженный мембраной — бислоем фосфолипидов. В этот пузырек по специальной технологии помещались наши наночастицы, полученные с помощью механохимической обработки. Планировалось использовать магнитные свойства наночастиц для так называемого магнитного нацеливания и доставки химиопрепаратов или других лекарственных средств непосредственно к раковой опухоли. Уже в процессе экспериментов выяснилось, что помимо необходимых магнитных свойств эти частицы вследствие определенных особенностей атомного устройства обладают и уникальными контрастными свойствами. Проведенный в Томске, Словении и США цикл исследований завершился публикацией в журнале *Nature Nanotechnology*. Об интересе к работе и перспективности полученных результатов говорит тот факт, что, согласно данным базы данных научного цитирования *Web of Science*, созданной компанией *Thomson Reuter*, на эту работу уже сослались более чем в 140 статьях.



Д. Шехтман и С.Г. Псахье в мемориальном доме-музее академика П.Л. Капицы

— Это был первый этап. Он, как я понимаю, уже пройден. В чем суть того, что вы делаете сейчас?

— В данный момент мы развиваем подход, также использующий возможности атомного проектирования наноструктур: создаем так называемые низкоразмерные наноструктуры различной морфологии. Они представляют собой как бы скомканные листы, толщина которых не превышает нескольких нанометров, и могут быть в форме агломератов, отдельных нанолепестков или декорировать поверхность микроволокон. Особенности атомной структуры поверхности этих наноструктур определяют концентрацию и мощность активных центров. Наши исследования показали, что именно они и ответственны за противоопухолевую активность. Долгое время мы не могли определить механизм подавления жизнеспособности раковых клеток агломератами наших низкоразмерных наноструктур. Важную роль сыграло компьютерное моделирование. Использование полноатомного моделирования методом молекулярной динамики позволило, сопоставляя различные сценарии воздействия на раковые клетки с экспериментальными исследованиями, проанализировать их. В результате мы пришли к выводу,

## Путь от научного результата до препарата, который можно купить в аптеке, занимает годы

что имеем дело не с химическим, а с физическим принципом воздействия. Дело в том, что активные центры на поверхности наноллистов меняют ионный баланс в приклеточной среде. В результате нарушается функционирование механизмов, определяющих трансмембранные потоки. Раковая клетка начинает испытывать недостаток энергии, она как бы голодает. Поскольку раковым клеткам для обеспечения жизнедеятельности и размножения требуется энергии больше, чем нормальным, то они очень чувствительны к «режиму питания» и плохо переносят его нарушения и сбои, становятся более чувствительными к внешним воздействиям.

Что еще важно: поскольку действие противораковых агентов на основе этих низкоразмерных наноструктур не химическое и не приводит к появлению новых химических соединений, то они безвредны для организма. Наша разработка уже защищена российским патентом, подана заявка на международный патент.

— То есть уже скоро мы будем иметь новое лекарство против рака?

— К сожалению, не скоро — в этой области путь от научного результата до препарата, который можно купить в аптеке, занимает годы. Но если использовать нашу разработку как дополнение к уже

существующим лекарствам, сроки можно значительно сократить. Поэтому наши словенские коллеги провели эксперименты, где наши противораковые агенты использовались в качестве дополнительного фактора при лечении

стандартно применяемым в противораковой терапии химиотерапевтическим препаратом доксорубицином. Этот препарат, как и другие химиопрепараты, очень токсичен и при лечении онкологических заболеваний отравляет весь организм. В наших экспериментах доксорубицин использовался в минимальных дозах. Эксперименты показали, что даже в случае очень агрессивных форм рака, например при меланоме, предварительное

воздействие нашими агентами приводило к краткому повышению эффективности действия стандартного химиопрепарата. Это, безусловно, весьма многообещающий результат, который может быть основой новых стратегий лечения.

#### — Почему именно Томск оказался в эпицентре этих научных событий?

— Вне всякого сомнения, успехи томских ученых далеко не случайны: ведь в Томске на протяжении уже без малого 90 лет существует одна из старейших в стране научных школ в области материаловедения, физики прочности и пластичности. Основоположителем ее в начале прошлого века был академик В.Д. Кузнецов. Сегодня она развивается Институтом физики прочности и материаловедения СО РАН как меж- и трансдисциплинарное направление. Нужно подчеркнуть, что это направление активно поддерживается в рамках программ ведущих университетов ТПУ и ТГУ, проектами Российского научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.». Безусловно, нельзя недооценивать роль и значение международной кооперации с ведущими научными центрами.

Следует отметить, что на протяжении более десяти лет нами в кооперации с учеными из других институтов, в том числе зарубежных академий, выполнялись интеграционные междисциплинарные и международные проекты Сибирского отделения РАН. Проекты были посвящены различным приложениям физической мезомеханики в области прочности, пластичности, химического материаловедения, геодинамики, биологии, информационных технологий, инженерных наук и т.д. Это позволило, опережая время, сформировать прообраз сетевой формы организации научных исследований и выработать новые компетенции, определяющие сегодня конкурентоспособность в области многоуровневого подхода в науке о материалах и разработке материалов с иерархической структурой. Именно это позволило разработать комплексный план фундаментальных научных исследований по тематике «Перспективные материалы с многоуровневой иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций», цель которого — повышение эффективности реализации Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук (ПФНИ ГАН) путем создания горизонтальных связей при выполнении госзаданий. При этом государственные задания семи академических институтов, организаций-участников, остаются без изменений. Повышение эффективности достигается благодаря интеграции ключевых компетенций и ресурсов организаций-участников

для выполнения ПФНИ ГАН при сохранении научными организациями статуса юридических лиц и возможностей развития своих уникальных, в том числе междисциплинарных компетенций, а также благодаря возможности создания временных альянсов с организациями-партнерами комплексного плана для формирования и выполнения проектов, грантов, контрактов, ориентированных на вовлечение результатов исследований по направлениям ПФНИ ГАН в реальный сектор экономики РФ. ■

*Беседовал Владимир Покровский*

#### СПРАВКА

##### Сергей Григорьевич Псахье

- Доктор физико-математических наук, профессор, директор Института физики прочности и материаловедения (ИФМП) СО РАН, член-корреспондент Российской академии наук (2011).
- Окончил Томский государственный университет (1977), выпускник кафедры физики металлов физического факультета.
- В 1977–1979 гг. — аспирант Томского государственного университета.
- С 1979 г. работал в Институте оптики атмосферы СО РАН в отделе физики твердого тела, научный сотрудник, с 1982 г. старший научный сотрудник. Кандидат наук (1981).
- С 1984 г. работает в ИФПМ СО РАН, старший научный сотрудник, с 1985 г. — руководитель лаборатории. Доктор наук (1990).
- С 1991 г. — профессор Томского государственного университета.
- В 1994–1995 г. работал в Университете Северной Каролины (США). С 2002 г. — директор Института физики прочности и материаловедения СО РАН.
- С 2006 г. — профессор Томского политехнического университета, заведующий кафедрой.
- В 2005–2012 гг. — председатель Президиума Томского научного центра СО РАН. В 2011 г. избран членом-корреспондентом РАН.
- Область научных интересов — физика твердого тела, физическая мезомеханика, нанотехнологии и их применение в биологии и медицине, трибология, геодинамика, дискретные методы многоуровневого моделирования.
- Автор и соавтор более 200 научных работ, в том числе пяти монографий.
- Член редколлегий нескольких международных журналов.
- Был награжден орденом Дружбы (2007), почетным знаком СО РАН «Серебряная сигма» (2007), почетным званием «Заслуженный ветеран СО РАН» (2005), юбилейной медалью «400 лет городу Томску» (2004), почетной грамотой президиума РАН (1999), лауреат премий СО РАН в 1980 г. и 1990 г.

# Механохимия — фармацевтике



Сибирские химики могут улучшить доставку лекарства, повысить его эффективность и снизить побочные эффекты. О последних достижениях химии твердого тела в области фармацевтики рассказывают сотрудники Института химии твердого тела и механохимии (ИХТТМ) СО РАН.

**Академик Николай Захарович Ляхов, доктор химических наук, директор института:**

— Наше основное направление — исследование реакционной способности твердых тел, например лекарства, растворяющегося в желудке или кишечнике. Процесс можно замедлить или ускорить. Я думаю, это перспективная сфера деятельности для фармацевтики вообще, и ИХТТМ в нее естественно вписался. В партнерстве с ФГБУН «Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН» мы рассчитываем добиться в этой области значительных результатов.

## Максимальная экстракция

**Олег Иванович Ломовский**, заместитель директора по научной работе, доктор химических наук:

— Наша лаборатория занимается традиционной химической задачей — улучшением экстракции. Процесс сложен: если в растительном сырье содержатся антиоксиданты, во время извлечения

их количество сильно уменьшается. Особенно неприятно, когда это происходит с очень ценными и лабильными соединениями, например с гиперцином — пигментом красного цвета, который содержится в зверобое и используется при терапии депрессии (на его основе немецкие фармацевты создали антидепрессант «Негрустин»). Проблема в том, что гиперцин крайне неустойчив, его



трудно стабилизировать, и в конечном препарате концентрация действующего вещества скачет от партии к партии. Чтобы исправить ситуацию, мы применили твердофазные процессы и провели с гиперицином реакцию образования соли, а последнюю затем растворили, благодаря чему выход экстракции соединения стал в 12 раз больше, чем в стандартных препаратах. Это одно из достижений твердой химии в фармацевтике.

В нашем институте научились выделять натуральный серотонин из оболепихи: мы доказали, что он содержится в неплодовых частях — коре, переработали ее, провели механохимические манипуляции в специальных машинах-активаторах (без активации серотонин не выделяется) и в результате получили препарат с очень высокой концентрацией серотонина. Порошок похож на муку, ее можно добавлять в пищу, например в хлеб. Сейчас в Новоалтайске завершается строительство завода, где будут производить эту добавку в промышленных объемах.

Второе направление нашей лаборатории — механоферментативные реакции. Мы выделили механохимическим методом из клеточной стенки дрожжей маннанолигосахариды (МОС). Стенки желудка человека, как и животных, покрыты похожими олигосахаридами. Бактерии закрепляются внутри желудка благодаря соответствующим сайтам связывания, реагирующим на МОС. Введение дополнительных МОС позволяет обмануть микроорганизмы. С заблокированными рецепторами они



Заместитель директора ИХТТМ  
СО РАН О.И. Ломовский

## СПРАВКА

### Николай Захарович Ляхов

- Директор Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, академик РАН.
- Родился в Талды-Курганской области Казахстана.
- В 1969 г. окончил Новосибирский государственный университет, с тех пор работает в СО РАН.
- С 1997 г. возглавляет Федерацию химических обществ им. Д.И. Менделеева.
- Член исполкома Федерации Европейских химических обществ, организатор и первый президент Сибирской ассоциации материаловедов, главный редактор международного журнала «Химия в интересах устойчивого развития» СО РАН, член редколлегии журнала «Химическая технология» и международного журнала KONA.
- Специалист в области гетерогенной кинетики твердофазных реакций.
- Сфера научных интересов: материаловедение, реакционная способность твердых тел.
- Автор около 150 научных работ, в том числе двух монографий и одного учебного пособия.
- Увлечения: активный отдых.

### Олег Иванович Ломовский

- Заместитель директора Института химии твердого тела и механохимии по научной работе, заведующий лабораторией химии твердого тела, доктор химических наук, профессор.
- Сфера научных интересов: химическая кинетика и механизмы твердофазных реакций, их технологические и материаловедческие приложения.

не могут закрепиться на поверхности эпителиальных клеток и проходят желудочно-кишечный тракт транзитом. Это соединение — единственная реальная альтернатива антибиотикам: цитотоксики уничтожают все бактерии подряд, а использование МОС дает возможность сделать это выборочно. Производственное объединение «Сиббиофарм» уже начало выпуск продукции на основе данной разработки.

Третье направление — механохимическая реакция образования комплексов из растительного сырья. На нашем совместном с компанией «Мех-центр» опытным производстве мы проводим совместную механохимическую обработку зеленого чая с рисовой шелухой, содержащей 20% кремнезема: компоненты растительного сырья взаимодействуют друг с другом, получаются растворимые комплексы и в результате — высокие концентрации кремния в растворах. Эта технология — высший пилотаж в нашей области — в настоящее время начинает активно применяться в птицеводстве: от присутствия кремния зависит прочность костей цыплят-бройлеров, и наша разработка помогает их укреплить. ■



Главный научный сотрудник ИХТТМ СО РАН Ю.М. Юхин

## Наноимпортозамещение

**Юрий Михайлович Юхин**, главный научный сотрудник института, доктор химических наук:

— Когда 25 лет назад появился голландский противоязвенный желудочный препарат де-нол на основе висмута, мы с помощью томских коллег сделали очень хорошую субстанцию для дженерика. Голландцы и другие зарубежные специалисты используют на стадии кристаллизации метиловый спирт, мы же создали соединение, которое умеренно растворимо в воде и хорошо таблетруется. Более того, оно лучше очищено от токсичных тяжелых металлов по сравнению с импортным оригиналом.

Шесть лет назад в России де-нол вошел в перечень жизненно необходимых лекарственных средств, и к нам обратился с предложением о сотрудничестве московский Государственный институт лекарственных средств и надлежащих практик (ГИЛС и НП). С его помощью нам удалось получить лицензию на производство и весь пакет документов, позволяющих нашему институту производить этот препарат.

Но сложность в том, что мы не завод и можем делать только опытные партии от 1 до 1 тыс. кг, большие объемы уже переводят институт в другую категорию организаций. Правильнее было бы передать эту современную технологию

действующим фармацевтическим предприятиям, но для этого в настоящее время необходим инвестор для оплаты работ, связанных с передачей документации и организацией производства на предприятии.

Получением различных соединений из отечественного висмута в Институте химии твердого тела и механохимии (ИХТТМ) СО РАН занимаются давно. Наши субстанции очищены от сопутствующих металлов: кадмия, свинца, мышьяка, т.е. обладают особой чистотой и нужной реакционной способностью, не ухудшающей терапевтическую активность, поскольку на стадии синтеза мы получаем очень мелкие частицы висмута размером

4–6 нм. Наш висмут обладает не только бактерицидным, но и обволакивающим действием.

В качестве последних разработок мы используем нанесение раствора с наночастицами висмута на вспомогательные вещества — крахмалы, кору крушины, корневища аира и другое растительное сырье, которое широко используется в медицине. Это новое направление поможет создать отечественный препарат. Фактически если мы меняем способ производства субстанции, то можем повлиять и на эффективность лекарства. Это и есть наша сегодняшняя и перспективная задача.

## Доставка вместо изыскания

**Александр Валерьевич Душкин**, руководитель группы механохимии органических соединений Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, доктор химических наук:

В фармацевтике существуют два основных инновационных тренда. Один из них — так называемая разработка лекарственных молекул (от англ. *drug discovery* — «изыскание новых препаратов»), т.е. синтез, исследование, запуск в производство совершенно новых молекул. Благодаря этому направлению за последние полтора столетия было создано все многообразие лекарств, которые сейчас есть на рынке. Но дело в том, что с каждым годом путь становится все длиннее и дороже.

В среднем исследование одной новой молекулы занимает 10–15 лет — начиная от синтеза и скрининга. После проверки многих тысяч свежесозданных химических соединений на наличие лекарственных свойств до рынка доходит в лучшем случае одно. Стоимость такой разработки порядка \$1 млрд, мы не можем себе этого позволить ввиду отсутствия таких денег.

Поэтому сейчас фактически лидирующим направлением стали так называемые системы доставки лекарственных молекул (от англ. *drug delivery* — «доставка препаратов»). Что это такое? Берется молекула, у которой уже закончился срок действия патента, полученного по *drug discovery*, и без изменения структуры модифицируются некоторые ее свойства и физико-химические аспекты препаратов на ее основе: растворимость, скорость высвобождения, особые пути введения, локализация в организме. Таким образом повышаются фармакологическая эффективность и безопасность лекарства. При этом сроки и стоимость разработки новых средств уменьшаются в несколько раз.

Сейчас объем продаж лечебных препаратов, созданных по технологии *drug delivery*, примерно в три раза больше, чем по *drug discovery*. Например, до 45% биологически активных молекул лекарственных веществ имеют недостаточную водорастворимость, и фундаментальная задача в том, чтобы повысить данный показатель, тем самым усилив эффективность воздействия. В этом направлении мы работаем с начала 1990-х гг. Первым нашим опытом было получение быстрорастворимого аспирина. Мы прошли все стадии испытаний, зарегистрировали инновационный препарат, подтвержденный патентом. Построили цех по стандарту *GMP* (*Good Manufacturing Practice* — система норм, правил и указаний в отношении производства), получили лицензию, но, к сожалению, столкнулись с рыночными особенностями 2000-х гг.: производители импортных лекарственных средств нас просто вытеснили. Тем не менее регистрационные документы на препарат остались, но рынок аспиринов сейчас переполнен.

В технологии *drug delivery* есть разные способы повышения биодоступности, растворимости. С подачи академика Генриха Александровича Толстикова мы используем идею включения лекарственных молекул в так называемые супрамолекулярные системы: межмолекулярные комплексы, мицеллы, неорганические наночастицы.

В исследовании механохимически полученных композиций мы применяем все современные физико-химические методы изучения состояний твердых веществ и их растворов, все современные технологии, которые развиваются в институтах Сибирского отделения РАН и в конечном итоге помогают нам выйти на фармакологию. Главное преимущество наших работ — их комплексность, интеграция. Мы подбираем физико-химические свойства, уже примерно представляя, к чему должны стремиться, и испытываем модели на лабораторных животных. Речь идет о десятках фармпрепаратов самых различных классов: антиагрегационные, антигипертензивные лекарства для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, тот же аспирин — сейчас его новая реинкарнация, транквилизаторы, нестероидные противовоспалительные средства. Достижение последних лет — антигельминтные препараты, в том числе для лечения очень актуального в условиях Сибири и Урала описторхоза, с которым трудно бороться. К сожалению, довести наши разработки до аптеки пока не удалось.



Руководитель группы механохимии органических соединений ИХТТМ СО РАН А.В. Душкин

## Доклинические исследования на месте

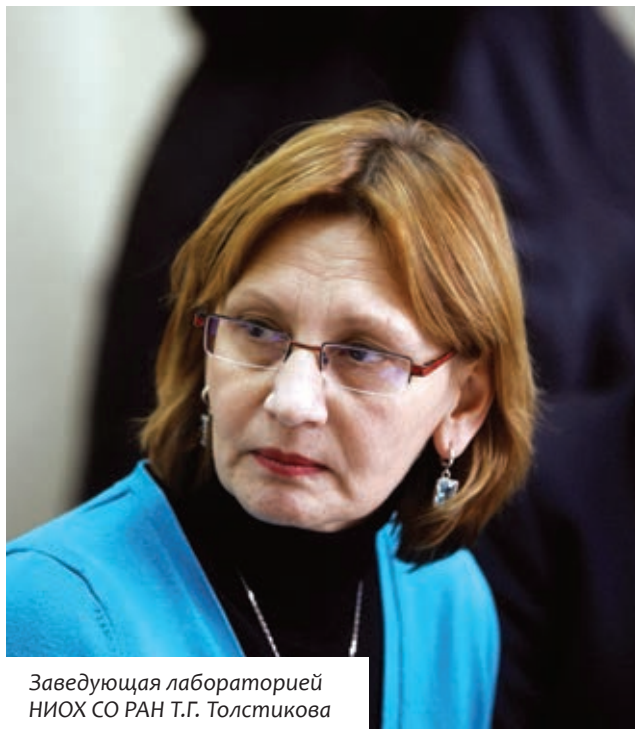
Доктор биологических наук, профессор **Татьяна Генриховна Толстикова** возглавляет лабораторию Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова (НИОХ) СО РАН, уникальную для России структуру, где проводятся доклинические исследования новых биологически активных соединений, полученных на основе природных молекул и их химически модифицированных аналогов.

— Наша лаборатория — одна из немногих, проводящих фармакологический скрининг биологически активных молекул, охватывающий практически все группы лекарственных препаратов, а это 20 видов активностей и 60 моделей. Благодаря Сибирскому отделению РАН мы оснащены уникальным оборудованием для исследований, а за счет интеграционных проектов, также финансируемых СО РАН и президиумом РАН, смогли заинтересовать физиков, математиков, программистов, биологов и химиков. Результаты, полученные совместными усилиями, более востребованы и интересны в плане дальнейшего применения.

Важнейший этап на пути создания лекарств — углубленное изучение согласно действующим руководствам и стандартам качества. В лаборатории фармакологических исследований НИОХ СО РАН последовательно наращивается испытательная база, фактически выполняющая функции центра коллективного пользования для работы с комплексом фармакологических свойств органических и биологически активных соединений, создающихся в многочисленных исследовательских центрах России.

В настоящее время для получения препаратов используются два основных подхода. Первый подход — синтез оригинальной молекулы на основе химической модификации природного аналога. Второй — усовершенствование токсико-фармакологических свойств стандартного лекарства с помощью создания новых форм доставки. В результате вещества становятся защищенными от преждевременной деструкции под действием метаболических процессов, обретают повышенные транспортные возможности и более выраженное средство к активным центрам рецепторов.

**Благодаря СО РАН мы оснащены уникальным оборудованием для исследований, а за счет интеграционных проектов смогли заинтересовать физиков, математиков, программистов, биологов и химиков**



Заведующая лабораторией НИОХ СО РАН Т.Г. Толстикова

В лаборатории фармакологических исследований изучено около 1 тыс. биологически активных соединений и выбрано более 100 молекул, перспективных в качестве анальгетиков, антикоагулянтов, гиполипидемических, гипотензивных, противовоспалительных, противоревматических, противовоспалительных, антиагрегатных, нейро- и органопротекторных средств. Все они получены путем химической модификации индивидуальных метаболитов лиственных,

хвойных деревьев, а также травянистых растений (берберин, кумарин, бетулин, вербенон).

Наиболее актуальная для современного фармрынка разработка — это бетамид ( $\beta$ -аланиламид бетулоновой кислоты), корректор токсических эффектов цитостатиков. Он имеет ряд преимуществ перед

широко используемыми средствами: низкую токсичность, антифибротический эффект при токсических поражениях печени различного генеза (фиброзе, циррозе); высокую антиоксидантную, гепато- и нефропротекторную активность; потенцирование противоопухолевого и антиметастатического эффекта полихимиотерапии без повреждения здоровых тканей и усиления токсичности

цитостатиков; получение из доступного отечественного многотоннажного сырья — бетулина, выделяемого из коры березы.

Что касается способов доставки лекарственных средств, то в настоящее время все более популярным средством становится аэрозольная терапия. Она применяется для лечения как респираторных, так и системных болезней и имеет ряд преимуществ по сравнению с оральным способом введения. В частности, она позволяет избежать потерь в желудочно-кишечном тракте и метаболизма в печени, обеспечивает быстрое поступление в кровь и развитие терапевтического эффекта, более удобна и безопасна по сравнению с инъекционной формой.

В лаборатории успешно идут работы в этом направлении и достигнуты положительные результаты в изучении токсико-фармакологических свойств лекарственных препаратов, введенных в принципиально новой форме доставки. Эти работы осуществляются совместно с Институтом химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, где был разработан прибор, позволяющий получать путем гетерогенной нуклеации наноаэрозоли с размером частиц от 30 до 150 нм, а также регистрировать дозу поступающего лекарственного препарата. В настоящее время на завершающем этапе находится разработка такой формы для ибупрофена и бутадiona. Установлено, что при 20-минутной экспозиции ибупрофена (размер частиц — 60–80 нм) достигается высокая противовоспалительная и анальгетическая активность препарата в дозе, сниженной более чем в 3 тыс. раз по сравнению с традиционным путем введения (энтеральным). В ходе многочисленных исследований показано, что такой способ доставки эффективен и безопасен.

Кроме того, продолжают работы школы академика Генриха Александровича Толстикова по созданию лекарственных форм доставки путем эффекта «гликозидного клатрирования» или комплексообразования углеводсодержащих растительных метаболитов с фармаконами. Эти исследования проводятся в интеграции с Институтом твердого тела и механохимии, Институтом цитологии и генетики СО РАН. Синтез таких супрамолекулярных комплексов осуществляют путем экологичной технологии механохимического синтеза, позволяющей в сотни раз увеличить растворимость, снизить дозу, токсичность, а также увеличить биодоступность нерастворимых в воде лекарственных препаратов. В настоящее время на стадии глубокой проработки находится комплекс арабиногалактана (полисахарид лиственницы сибирской) с аспирином в качестве низкотоксичного и низкодозного кардиоаспирина (антиагреганта). Уже есть обнадеживающие данные по изучению терапевтических свойств комплекса

## СПРАВКА

### Юрий Михайлович Юхин

- Руководитель группы синтеза порошковых материалов Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, доктор химических наук.
- Сфера научных интересов: синтез высокочистых оксидов металлов (*Bi, Sb, In, Sn, Ge*) и материалов на их основе.

### Александр Валерьевич Душкин

- Руководитель группы механохимии органических соединений Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, доктор химических наук.
- Сфера научных интересов: механохимия органических соединений.
- Автор и соавтор более 250 научных работ, опубликованных в виде монографий, статей в ведущих отечественных и зарубежных изданиях, патентов и пр.

### Татьяна Генриховна Толстикова

- Заведующая лабораторией фармакологических исследований Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, доктор биологических наук, профессор.
- Родилась в Алма-Ате.
- В 1983 г. окончила Башкирский государственный университет (Уфа).
- В 1996 г. защитила докторскую диссертацию.
- С 1997 г. работает с НИОХ СО РАН.
- Сфера научных интересов: фармакология, физиология, нанобиотехнология, медицинская химия.
- Автор 250 научных публикаций и 80 патентов.
- Увлечения: любимая работа.

арабиногалактана с противоописторхозным препаратом альбендазолом на экспериментальных моделях. Совместными усилиями ученых указанных выше институтов получены положительные результаты по изучению комплексов с более чем 20 лекарственными препаратами разных фармакологических групп. Этот подход фармакоэкономичен и высокоэффективен и открывает перспективы создания широкого спектра отечественных недорогих лекарственных средств различного назначения, базирующихся на инновационных технологиях.

Лаборатория входит в состав Испытательного аналитического центра НИОХ СО РАН, аккредитованного для контроля качества лекарственных препаратов и проведения испытаний биологически активных веществ.

В Сибирском отделении есть все предпосылки для того, чтобы решать проблемы импортозамещения лекарственных средств, но нужно дополнительное выделение средств от государства. ■

Подготовили Виктор Фридман и Юлия Позднякова

# Заповедные земли и дальний космос



## Названы лауреаты Демидовской премии 2015 г.

Интрига сохраняется до последнего дня — так уж сложилось при присуждении Демидовских премий. Кандидаты не подозревают, что они кандидаты, а потому не волнуются за исход голосования. А лауреаты узнают, что они лауреаты, уже по звонку с поздравлениями от сопредседателя попечительского совета Научного Демидовского фонда академика Г.А. Месяца, и всегда — подчеркиваю: всегда! — для ученого это чрезвычайно приятно, ведь он знает: присуждение Демидовской премии — это наивысшая оценка его научных трудов коллегами. Итак, знакомьтесь с новыми лауреатами.



Академик

**Виктор  
Коротеев**

Девственный  
мир природы

Мы познакомились с академиком Виктором Алексеевичем Коротеевым несколько десятилетий назад. Меня поразила его преданность науке Урала. Академик С.В. Вонсовский попросил молодого ученого «поднять» Ильменский заповедник, и геолог отправился в Миасс.

О Коротееве и его директорстве мне рассказывал профессор Б.В. Чесноков, первый демидовский лауреат. К тому же он прослужил в Ильменском заповеднике много десятков лет и знал о его судьбе почти все, в том числе объективно оценивал роль всех его руководителей. На мой вопрос: «Чем вы гордитесь?» он ответил весьма неожиданно:

— Прежде всего тем, что мне удалось некоторое время поработать с Виктором Алексеевичем Коротеевым. Атмосфера директором была создана

великолепная. И в творческом плане, и в общественном. Благодарю судьбу, что оказался в этом коллективе...

А сам В.А. Коротеев рассказывал мне, почему он оказался в Миассе:

— Во главе Уральского отделения становится академик С.В. Вонсовский, и моя жизнь сразу же делает неожиданный поворот: он предлагает мне поехать в Ильменский заповедник, знаменитый своими минералогическими коллекциями и традициями. Однако там было много разных конфликтов, и склоки из заповедника докатились до Москвы. Вице-президент АН СССР А.П. Виноградов сгоряча подписал распоряжение о передаче Ильменского заповедника в Главохоту. Это была трагедия для Уральского отделения, и Вонсовский восстал. В конце концов ему удается отстоять заповедник. Он попросил меня поехать лет на пять, построить там институт и музей, а затем вернуться в Свердловск в свою любимую лабораторию палеовулканизма.

Вернулся Виктор Алексеевич лишь через 15 лет. Теперь уже потребовалась помощь председателю Уральского отделения АН СССР академику Г.А. Месяцу в создании мощной науки Урала, и академик Коротеев стал его заместителем. Так что в том авторитете в мировой науке, которым по праву гордится Урал, несомненно, немалая доля принадлежит Виктору Алексеевичу.



Академик  
**Ростислав  
Карпов**

**Сердца  
трепетное  
биенье**



Академик  
**Михаил  
Маров**

**От Земли  
до самых  
до окраин**

Патриарх отечественной кардиологии академик Е.И. Чазов в своих воспоминаниях пишет: «Решающую роль в борьбе с сердечно-сосудистыми заболеваниями сыграли национальные государственные программы. В эти программы входили меры, которые мы предлагали и широко обсуждали».

В Сибири проводником государственной программы стал открытый в Томске Сибирский филиал Всесоюзного кардиологического научного центра, который возглавляет Ростислав Сергеевич Карпов.

Когда проходило обсуждение кандидатур на Демидовскую премию, академик Е.И. Чазов о своем коллеге сказал коротко: «Это прекрасный специалист, энтузиаст, страстный исследователь...».

Р.С. Карпов родился в Томске, здесь получил образование, в этом городе стал ведущим кардиологом всей Сибири и Дальнего Востока. Он принимал активное участие в создании в Томске НИИ кардиологии и организации Томского научного центра СО РАМН. По его инициативе открыты филиалы НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН в Тюмени и Владивостоке, отделения, центры, диспансеры в Омске, Кемерово, Барнауле и других городах Сибири, создана модель мобильного автоматизированного консультативно-диагностического центра на базе теплохода «Кардиолог». Он выступил инициатором организации в Сибири специализированной кардиологической помощи детям: на базе НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН открыто единственное за Уралом отделение детской кардиологии. Особое внимание Р.С. Карпов уделяет внедрению новых технологий в практику здравоохранения, он один из идеологов разработки и внедрения федеральной программы «Профилактика и лечение артериальной гипертензии в РФ» в регионе Сибири и Дальнего Востока.

Из представления на соискание Демидовской премии: «Академик Р.С. Карпов возглавляет научную школу терапевтов, в рамках которой под его руководством подготовлено 79 кандидатских и 40 докторских диссертаций. О масштабе его научной, педагогической и инновационной деятельности свидетельствуют 850 его научных публикаций, 35 монографий и 40 патентов на изобретения».

«Михаил Яковлевич настолько хорошо знает ситуацию в Солнечной системе и даже за ее пределами, что у меня создается впечатление, будто он побывал на всех планетах и воочию увидел все, что там делается», — сказал однажды о нынешнем лауреате бывший президент РАН Ю.С. Осипов.

Авторитет М.Я. Марова рос вместе с успехами нашей космонавтики, к которой он имел прямое отношение, будучи еще совсем молодым ученым. Однажды он рассказал:

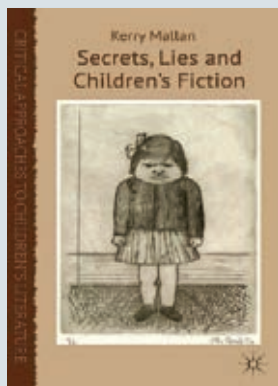
— Судьба подарила возможность прикоснуться к космической эпохе: не только быть свидетелем великих свершений, но и участвовать в их рождении. Сейчас хорошо известно, что ракетная техника развивалась прежде всего для обороны страны. Ракетно-ядерный щит — это реальность середины XX в. Но именно работа над его созданием позволила нам выйти в космос. Был создан Межведомственный научно-технический совет по космическим исследованиям при АН СССР, который возглавлял М.В. Келдыш. Много лет я в нем работал. Именно здесь перед нами ставились не технические, а сугубо научные задачи, для решения которых подчас требовалась гениальная изобретательность.

В представлении на Демидовскую премию лауреата сказано:

«Академик М.Я. Маров — крупный российский ученый, работы которого получили мировое признание. Его исследованиями заложено новое научное направление — механика космических и природных сред, на основе которого проведено изучение сложных процессов в космическом пространстве, на планетах и малых телах Солнечной системы. <...> В становление этого нового раздела механики и физики космоса — планетной аэрономии — М.Я. Маровым внесен основополагающий вклад».

Нынешнее присуждение Демидовских премий обращает внимание общественности на то, что «печальное состояние отечественной науки», как нас пытаются убедить некоторые чиновники, — это во многом надуманное и ошибочное представление. Три лауреата представляют не только разные отрасли науки, где получены выдающиеся результаты мирового уровня, но и разные регионы страны — от Москвы до Дальнего Востока.

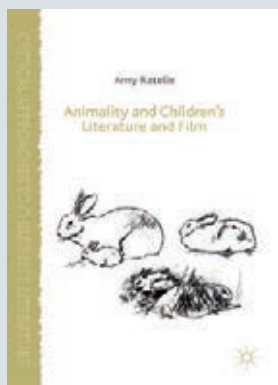
*Владимир Губарев*



**Керри Мэллан. Секреты, ложь и детская проза (Kerry Mallan. Secrets, Lies and Children's Fiction)**

Книга Керри Мэллан, профессора детской психологии и руководителя Центра по изучению проблем детства и юношества Квинслендского университета, стала не только обобщением

ее многолетнего опыта как практикующего психолога, но и живо написанным руководством для родителей и воспитателей. В центре ее внимания находится парадокс, с которым сталкивается большинство из них: хотя всем детям внушают, что всегда лучше сказать правду, дети очень рано начинают понимать, что нередко ложь становится единственным средством выживания в коллективе или адаптации к враждебным условиям, где высок риск стать всеобщим посмешищем или козлом отпущения. В поле зрения Мэллан находятся не только книги и иллюстрации, но и кино, а также популярные игры и детские сериалы. Она выявляет особенности их восприятия ребенком и показывает сложность встающих перед юным читателем проблем. На наглядных примерах она предлагает возможные алгоритмы поведения для взрослых, а также анализирует типичные ошибки и дает проверенные практикой рецепты и приемы устранения (или смягчения) их последствий как в общественной, так и в интимно-семейной сферах.



**Эми Рэттелл. Животный мир в кино и детской литературе (Amy Ratelle. Animality and Children's Literature and Film)**

Книга профессора английского языка Университета Райерсона (Канада) Эми Рэттелл посвящена проблеме, вокруг которой вот

уже много десятилетий не утихают споры ученых, писателей и читателей. Ведь большинство так привыкли рассматривать животных как символ человека, что совершенно не осознают его огромный воспитательный потенциал. Эми Рэттелл привлекает практически весь опыт англоязычной детской и юношеской прозы и показывает, что лишь немногие авторы смогли перешагнуть через узкие рамки сложившейся веками традиции. В качестве подобных примеров она приводит известные детские книги «Паутинка Шарлотты» Элвина Брукса Уайта и «Черный красавчик» Анны Сьюэлл, которым посвящен специальный раздел. На примере этих произведений она показывает особенности восприятия текста детьми разного возраста и формулирует несколько соответствующих алгоритмов работы с ним в разновозрастных аудиториях. В качестве наглядных пособий Рэттелл использует все имеющиеся экранизации повестей и анализирует их восприятие. Современный ребенок уже не просто смотрит на красивую картинку на экране или хочет побыстрее узнать о том, как живут лошади или собаки, но осознает сложность взаимоотношений с представителями животного мира и стремится найти оптимальные способы взаимодействия с ним.



**Карин Лесник-Оберштейн. Детская литература: новые подходы; Ребенок в культурном поле: подходы к теме детства (Karin Lesnik-Oberstein. Children's Literature: New Approaches; Children in Culture: Approaches to Childhood)**

Книга профессора Карин Лесник-Оберштейн

открывает серию сборников, посвященных современной литературе для детей. Первый том, написанный специалистами разных направлений, предназначен не только для всех работающих с детьми, но в первую очередь для студентов старших курсов и магистрантов. Именно их имеют в виду обзорные статьи, показывающие новые подходы в осмыслении таких традиционных проблем, как работа с читателями и авторами книг, место детской словесности в контексте современной

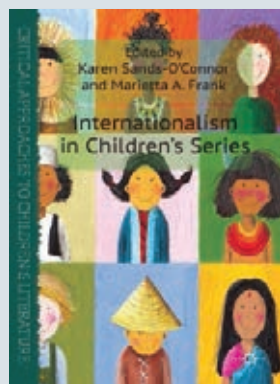


культуры, не только через интертекстуальные связи, но и посредством анализа дискурса, в котором находится современный ребенок. Важно, что все авторы не замыкаются в своих темах, а показывают разные аспекты общекультурной функции детской литературы. В поле их зрения оказывается практически весь круг современного детского чтения — от классических текстов Чарлза Диккенса и Беатрис Поттер до циклов о Гарри Поттере.



Вторая книга серии, осуществляемой Карин Лесник-Оберштейн, представляет собой подборку из десяти эссе, посвященных теоретическим подходам к данной теме, — один из первых опытов мульти- и междисциплинарного подхода. Десять оригинальных глав были написаны специально для этого издания известными

в своих областях учеными. Они посвящены психологии, истории, литературоведению, литературной критике, киноведению и театру. Каждую главу отличают четкость замысла и последовательность в его реализации. Все вместе они складываются в яркую картину, состоящую из фактов и мнений, событий и имен.



**Карен Сэндз-О'Коннор, Мариэтта Франк. Интернационализм в сериальной прозе для детей (Karen Sands-O'Connor, Marietta Frank. Internationalism in Children's Series)**

Книга преподавателя Государственного колледжа Баффало Карен Сэндз-О'Коннор

и профессора Питтсбургского университета Мариэтты Франк представляет собой первый опыт построения истории сериальной прозы для детей с XVIII до конца XX в. Хотя почти каждому из рассматриваемых в ней авторов посвящена своя научная литература, до сих пор не было исследования, в котором они рассматривались бы с точки зрения современного понятия сериальности. На первый взгляд может показаться, что данное понятие вряд ли применимо к творчеству, например, Джонатана Свифта. Однако авторы показывают, что это не только возможно, но и позволило выявить новые особенности каждого текста, показать приемы их объединения, а также

средства, которыми писатели достигали этого внутреннего единства. С другой стороны, книга показывает, что сериальная проза представляет собой явление не столько национальной, сколько всемирной литературы. Прослеживая ее развитие на протяжении более чем двух веков (от Свифта до Джоан Роулинг), авторы книги подводят как положительные, так и отрицательные итоги. Избегая прямых оценок, они иронично замечают, что запросы современного читателя оказываются гораздо ниже, чем в XVIII и даже в середине XIX в. Интересен анализ образа маленькой героини на примере повестей викторианского периода. Во второй половине книги авторы раскрывают общие особенности картины мира в сериальной прозе и анализируют наиболее важные образы, топосы и локусы: волшебник, сказочный и доисторический мир, необитаемые земли и острова.



**Лоранс Талейрак-Вьельма. Сказки, естествознание и викторианская культура (Laurence Talairach-Vielmas. Fairy Tales, Natural History and Victorian Culture)**

Книга профессора английской литературы Сорбонны и Тулузского университета Лоранс Талейрак-Вьельма состоит из ряда эссе, объединенных общим

замыслом и рассматриваемым периодом. Викторианская культура занимает особое место в истории не только английской, но и мировой литературы. Автор начинает с первых шагов во взаимодействии естествознания с литературой в тот период, когда представление о мире природы в детской литературе было связано с образом волшебного леса и миром фей. Накопление знаний об окружающем мире и особенно поворот, наступивший после 1859 г. (появления книги Чарлза Дарвина «Происхождение видов»), оказали значительное влияние на сказки и викторианские эксперименты с литературной сказкой. Эти перемены видны на примере эволюции сюжета о Золушке в англоязычной прозе.

Исследуя взаимодействие между научными знаниями и литературным творчеством, книга показывает пути, которыми естественно-научные знания распространились в викторианской культуре. Кроме того, автор раскрывает приемы популяризации новых представлений о мире природы. Ее подход к викторианской культуре объединяет исследование текстов, посвященных реальному и вымышленному миру, показывает, как изображение писателями реальной природы обогащало литературу и в то же время способствовало осознанию викторианцами значения проблемы охраны окружающей среды. ■

Подготовила Татьяна Колядич

# КАК ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ/ЗАКАЗ НА ЖУРНАЛ «В МИРЕ НАУКИ» ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ

1. Указать в бланке заказа/подписки те номера журналов, которые вы хотите получить, а также ваш полный почтовый адрес. Подписка оформляется со следующего номера журнала.
2. Оплатить заказ/подписку в отделении любого банка (для удобства оплаты используйте квитанцию, опубликованную ниже). Оплату можно произвести также при помощи любой другой платежной системы по указанным в этой квитанции реквизитам.
3. Выслать заполненный бланк заказа/подписки вместе с копией квитанции об оплате:
  - по адресу 119991, г. Москва, ГСП-1 Ленинские горы, д. 1, к. 46, офис 138, редакция журнала «В мире науки»;
  - по электронной почте [podpiska@sci.am.ru](mailto:podpiska@sci.am.ru), [info@sci.am.ru](mailto:info@sci.am.ru);
  - по факсу: +7 (495) 939-42-66

**Стоимость подписки на первое полугодие 2016 г. составит:**

Для физических лиц: **1380 руб.** — доставка заказной бандеролью\*.

Для юридических лиц: **1500 руб.**

Стоимость одного номера журнала: за 2014 г. — **100 руб.**, за 2015 г. — **120 руб.**, за 2016 г. — **130 руб.**

(без учета доставки); стоимость почтовой доставки по России — **100 руб** заказной бандеролью, **70 руб.** — простым письмом.

Бланк подписки на журнал размещен на сайте [www.sci.am.ru](http://www.sci.am.ru).

**Уважаемые подписчики! После подтверждения платежа вы будете получать журнал ежемесячно с доставкой в отделение почтовой связи.**

\* Если ваша заявка о подписке получена до 10-го числа месяца, то, начиная со следующего месяца, с почты вам начнут приходить уведомления о заказной бандероли. Такая система доставки журналов гарантирует 100%-ное получение. За доставку простой бандеролью редакция ответственности не несет.

## БЛАНК ЗАКАЗА НОМЕРОВ ЖУРНАЛА

Я заказываю следующие номера журнала «В мире науки» (отметить галочкой):

|         | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5                   | 6 | 7 | 8                   | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------|---------------------|---|---|---|---------------------|---|---|---------------------|---|----|----|----|
| 2016 г. | объединенный выпуск |   |   |   | объединенный выпуск |   |   |                     |   |    |    |    |
| 2015 г. |                     |   |   |   | объединенный выпуск |   |   | объединенный выпуск |   |    |    |    |
| 2014 г. |                     |   |   |   |                     |   |   | объединенный выпуск |   |    |    |    |

\* Выделенные черным цветом номера отсутствуют

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Индекс \_\_\_\_\_

Область \_\_\_\_\_

Город \_\_\_\_\_

Улица \_\_\_\_\_

Дом \_\_\_\_\_ Корп. \_\_\_\_\_ Кв. \_\_\_\_\_

Телефон \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Некоммерческое партнерство  
«Международное партнерство  
распространения научных знаний»  
Расчетный счет 40703810238180000277  
В Московском банке Сбербанка БИК 044525225  
России ОАО №9038/00495 3010181040000000225  
Корреспондентский счет ИНН 7701059492; КПП 772901001

\_\_\_\_\_  
Фамилия, И.О., адрес плательщика

| Вид платежа                                   | Дата | Сумма |
|-----------------------------------------------|------|-------|
| Подписка на журнал «В мире науки» № _____ год |      |       |
| Плательщик _____                              |      |       |

Некоммерческое партнерство  
«Международное партнерство  
распространения научных знаний»  
Расчетный счет 40703810238180000277  
В Московском банке Сбербанка БИК 044525225  
России ОАО №9038/00495 3010181040000000225  
Корреспондентский счет ИНН 7701059492; КПП 772901001

\_\_\_\_\_  
Фамилия, И.О., адрес плательщика

| Вид платежа                                   | Дата | Сумма |
|-----------------------------------------------|------|-------|
| Подписка на журнал «В мире науки» № _____ год |      |       |
| Плательщик _____                              |      |       |

### ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ

НА ЖУРНАЛ "В МИРЕ НАУКИ"

МОЖНО:

В ПОЧТОВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ

ПО КАТАЛОГАМ:

"РОСПЕЧАТЬ",

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

81736 для ЧАСТНЫХ ЛИЦ,

19559 для ПРЕДПРИЯТИЙ

И ОРГАНИЗАЦИЙ;

"ПОЧТА РОССИИ"

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

16575 для ЧАСТНЫХ ЛИЦ,

11406 для ПРЕДПРИЯТИЙ

И ОРГАНИЗАЦИЙ;

КАТАЛОГ «ПРЕССА РОССИИ» 45724

WWW.AKC.RU

ПОДПИСКА ПО РФ И СТРАНАМ СНГ:

ООО "УРАЛ-ПРЕСС",

WWW.URAL-PRESS.RU

СНГ, СТРАНЫ БАЛТИИ И ДАЛЬНЕЕ

ЗАРУБЕЖЬЕ: ЗАО "МК-ПЕРИОДИКА",

WWW.PERIODICALS.RU

РФ, СНГ, ЛАТВИЯ:

ООО "АГЕНТСТВО "КНИГА-СЕРВИС",

WWW.AKC.RU



Цикл телепрограмм

# ИДЕИ, МЕНЯЮЩИЕ МИР



Автор и ведущая —  
**Эвелина Закамская**



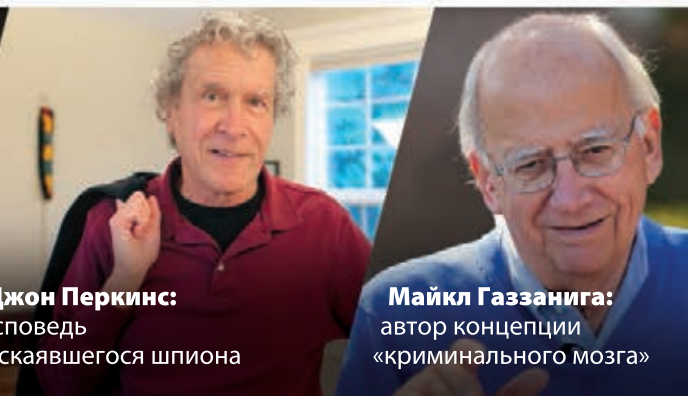
очевидное  
невероятное

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»



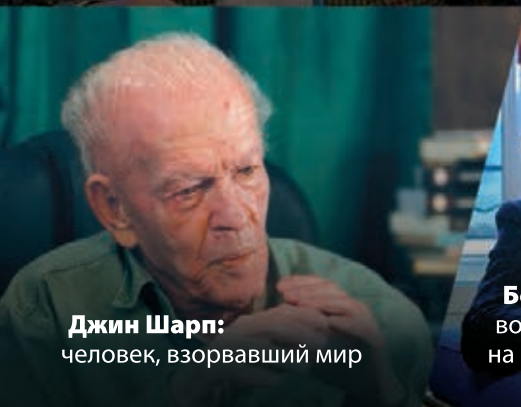
**Михаил Ковальчук:**  
НБИКС-конвергенция —  
цивилизационный взрыв



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



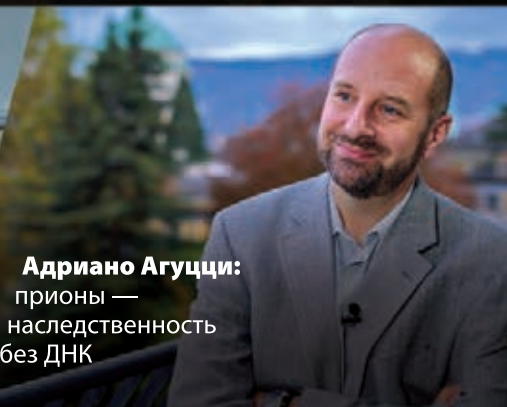
**Ноам Хомский:**  
интеллектуал  
Западного полушария



**Джин Шарп:**  
человек, взорвавший мир



**Бертран Пикар:**  
вокруг света  
на энергии Солнца



**Адриано Агуцци:**  
прионы —  
наследственность  
без ДНК

# Наука Сибири

Спецвыпуск

12 2015

«Чем масштабнее будет  
развиваться Сибирь,  
тем быстрее будет расти мощь  
всего нашего государства».

Академик  
**М.А. Лаврентьев**



ISSN 0208-0621



15012



9 770208 062001 >