

# В мире науки

Ежемесячный  
научно-информационный  
журнал

**СПЕЦВЫПУСК**

[www.sci-ru.org](http://www.sci-ru.org)  
09 2017

25  
ЛЕТ  
РФФИ

**Российскому фонду  
фундаментальных  
исследований – 25 лет**







# СОДЕРЖАНИЕ

Спецвыпуск: 25 лет РФФИ



## «Без науки у нас нет будущего» 2

*Ольга Беленицкая*

25 лет Российскому фонду фундаментальных исследований — это много или мало? Своими мыслями и планами делится председатель совета РФФИ академик **Владислав Панченко**

## «Грант — это не только деньги, но и правовой институт» 8

*Ольга Беленицкая*

О кропотливой работе сотрудников РФФИ, которые создают условия для отбора научных проектов и их сопровождения, рассказывает директор фонда **Олег Беляевский**



## РФФИ: четверть века спустя 14

*Валерий Чумаков*

От том, как работала, работает и будет работать эта важная для страны и науки структура, мы поговорили с академиком **Валерием Рубаковым**, стоявшим у истоков создания фонда

## Международная деятельность РФФИ 22

*Дарья Золотухина*

О развитии международных связей РФФИ — начальник отдела многосторонних международных программ и сотрудничества на постсоветском пространстве **Ярослав Сорокотяга**



## «Грант РФФИ может получить даже студент» 34

*Дарья Золотухина*

О молодежных проектах фонда мы поговорили с начальником управления молодежных программ РФФИ **Ириной Журбиной**





### «Низкий поклон всем, кто поверил в нас...»

42

*Владимир Губарев*

Группа ученых и специалистов под руководством академика **Юрия Оганесяна** осуществила прорыв в мировой науке, а возможность для этого предоставил РФФИ

### «У каждого из нас своя Вселенная»

52

*Владимир Губарев*

Смысл деятельности Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии — всегда искать элементы нового и в технологии, и в концепции хирургии, говорит его директор академик **Александр Потапов**

### «Денисовский человек известен во всем мире»

62

*Ольга Беленицкая*

Открытие *Homo altaiensis*, или денисовского человека, сделанное под руководством академика **Анатолия Деревянко**, стало мировой научной сенсацией

### «Гранты РФФИ ставят нас в равные условия с европейскими исследователями»

74

*Юрий Яроцкий*

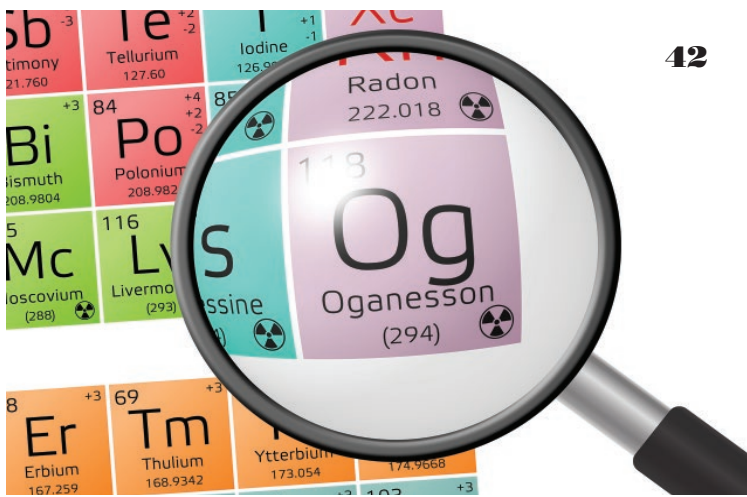
О фундаментальных исследованиях в области биокатализа, которые РФФИ поддерживает уже более 20 лет, рассказывает академик **Александр Габиров**

### Как заставить нейтрино контролировать ядерный реактор

84

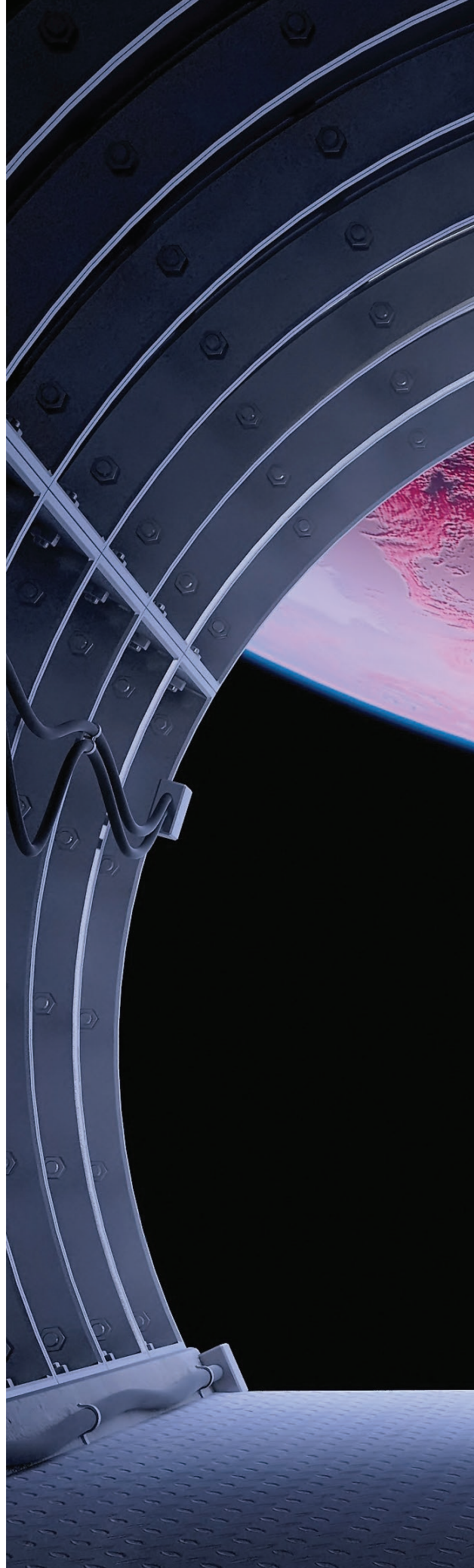
*Дарья Золотухина*

О перспективных исследованиях и экспериментах в одной из ключевых областей физики элементарных частиц — руководитель отделения физики нейтрино НИЦ «Курчатовский институт» профессор **Михаил Скорохватов**



# «Без науки у нас нет будущего»»

25 лет РФФИ — это много или мало? С одной стороны, много, ведь за это время сделано столько важных и добрых дел, что уже можно подводить некоторые итоги. А с другой стороны, молодая энергия, которая сейчас буквально кипит в коридорах и кабинетах фонда, обещает, что самое главное и интересное — впереди. Своими мыслями и планами делится председатель совета РФФИ **Владислав Яковлевич Панченко**.









— **Владислав Яковлевич, сакраментальный вопрос: можно ли управлять наукой и как это делать?**

— Любая деятельность человека в идеале должна быть им управляема и ему подконтрольна. Сказанное в известной степени справедливо и в отношении процесса получения нового знания — чем, собственно, наука и занимается. Хотя вернее было бы сказать, что мы знаем, как создать благоприятные условия для научной деятельности в целом или для решения конкретной научной задачи, но спрогнозировать на сто процентов полученный результат мы еще не можем. Тем не менее создание необходимых условий для занятий научной деятельностью — обязанность каждого государства, которое претендует на сколько-нибудь серьезную позицию в международном разделении труда. Вообще наука — такая же важная часть государственного механизма, как промышленность и сельское хозяйство, транспорт и связь, наконец, армия и флот. Не будет науки — не будет независимого государства. Поэтому Российский фонд фундаментальных исследований, выполняя предписанную ему законом функцию по оказанию государственной финансовой поддержки фундаментальных научных исследований, проводимых в нашей стране, представляет собой один из важнейших элементов научной инфраструктуры Российской Федерации. И эту функцию фонд успешно выполняет уже 25 лет.

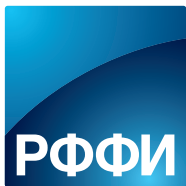
— **Расскажите, пожалуйста, что послужило толчком для создания РФФИ?**

— Если мы вспомним 1990-е годы, то будем вынуждены констатировать, что тогда мы вместе с промышленностью почти потеряли и отечественную науку. Эта ситуация казалась необратимой, и она была чревата реальной угрозой утраты национального суверенитета. Если принять во внимание уровень

развития советской науки в ее лучшие годы, то справедливо будет признать, что из той ситуации мы выплываем до сих пор, и РФФИ — это своего рода спасательный круг, брошенный государством нашей науке, причем в последний момент.

Надо сказать, что уже к началу 1990-х годов очень многие ученые, которые к тому времени уже состоялись, в том числе с мировыми именами, либо покинули страну, либо сменили вид деятельности. Теоретики стали инженерами, инженеры — техниками, а техники — продавцами на многочисленных рынках. Если говорить о фундаментальной науке, здесь положение было совсем плачевное. Она, как известно, может быть в достаточной мере профинансирована только государством, ведь ни одна коммерческая компания не будет вкладывать деньги в достижение каких-то неочевидных или очень отдаленных результатов. Исключения, конечно, есть, но они не меняют общей картины. Те скромные суммы, которые поступали в наши академические институты и университеты от государства, в значительной степени уходили на содержание колоссальной научной инфраструктуры, доставшейся в наследство с советских времен. На заработную плату для сотрудников научных учреждений, на закупку современного оборудования и инструментов, реактивов и материалов денег уже не оставалось. Если говорить об отраслевой науке, то ее инфраструктура к середине 1990-х годов была практически полностью приватизирована и многочисленные НИИ стали акционерными обществами, отдав свои здания и помещения под офисные центры, банки, автосалоны и магазины.

В то время вытянуть всю научную инфраструктуру на должный уровень было нереально, поэтому власти сочли необходимым начать с поддержки ученых, которые продолжали заниматься



*Наука — такая же важная часть государственного механизма, как промышленность и сельское хозяйство, транспорт и связь, наконец, армия и флот. Не будет науки — не будет независимого государства*





Председатель совета Российского фонда фундаментальных исследований В.Я. Панченко

фундаментальными исследованиями. С этой целью было решено использовать широко распространенный в мире специальный механизм поддержки науки — гранты. Для осуществления этой задачи и были организованы первые научные фонды.

— **РФФИ учрежден в 1992 году. Как он работал в тех условиях и что фонд делает сейчас?**

— Первые конкурсы, проводимые фондом, были весьма скромными — и по содержанию, и по объему финансирования. Участники конкурсов выдвигали свои проекты на соискание грантов по принципу *bottom up*. Это означало, что ученый выбирает тему и формат исследования по своему усмотрению. Если его проект получил поддержку экспертов, ученому предоставлялся грант — установленная условиями конкурса денежная сумма. Результатом реализации научного проекта в данном случае будет научная публикация в авторитетном научном издании. Этот принцип отбора научных проектов фонд сохранил и сейчас. Некоторые представители научной общественности уверены, что такие конкурсы должны превалировать

в линейке конкурсов фонда, но времена меняются, и сейчас уже президент Российской Федерации В.В. Путин говорит о необходимости перестать «размазывать бюджетные деньги тонким слоем» по множеству малозначительных проектов. Соответственно, определенные изменения претерпела и политика фонда, который постепенно переходит к практике поддержки крупных, в первую очередь междисциплинарных проектов.

— **Какова роль фонда в поддержке фундаментальных исследований?**

— Так получилось, что в конце прошлого века кризисные явления наблюдались не только в нашей науке. Та же участь постигла все отрасли хозяйства. В стране, по сути, остались только добывающая промышленность и отдельные предприятия, обслуживающие военно-промышленный комплекс. Отраслей, ориентированных на удовлетворение товарного спроса населения, у нас практически не осталось. В отсутствие спроса со стороны промышленного комплекса база прикладных исследований сузилась до минимума. Нет потребности в инновациях — нет и самих инноваций, тем более нет и фундаментальных



исследований, которые лежат в основе всего этого. Вот РФФИ и взял на себя в какой-то момент функцию по инициированию интереса ученых к фундаментальной науке, а через так называемые ориентированные исследования — и к прикладной, финансированием которой занимаются уже другие организации.

И я должен сказать, что с этой задачей фонд справился: сегодня ученые, получившие гранты РФФИ, заняты в крупнейших международных научных проектах, таких как *European XFEL*, *ITER*, *CERN*, *Borexino*, *ELI*, *International THz Consortium*. За время своего существования РФФИ поддержал более 200 тысяч российских ученых. Десятки тысяч молодых ученых благодаря нашей поддержке пришли в фундаментальную науку. РФФИ осуществляет совместные программы с администрациями 64 регионов нашей страны. В качестве резиденции международного офиса БРИКС фонд организовал совместные конкурсы с аналогичными зарубежными фондами более чем из 40 стран. Об эффективности работы РФФИ говорит и все возрастающая публикационная активность получателей грантов РФФИ, на долю которых приходится более 30 процентов всех статей, опубликованных российскими учеными в авторитетных зарубежных научных изданиях.

**— РФФИ — это отечественное изобретение или фонд создавался по уже известным рецептам?**

— Аналогичные или сходные структуры уже давно существуют за рубежом. Многим из них не один десяток лет. Немецкое научно-исследовательское общество (*DFG*) учреждено в 1920 году, Национальный научный фонд США (*NSF*) — в 1950 году, французский Национальный центр научных исследований (*CNRS*) — в 1939 году. Подобно этим фондам, РФФИ практикует конкурсы, организованные по принципу *bottom up* и *top down*, что позволяет фонду проводить целую линейку конкурсов по самым разнообразным направлениям. В настоящее время РФФИ обеспечивает финансирование научных проектов на сумму около десяти миллиардов рублей. Со своей задачей — придать поступательный импульс развитию фундаментальной науки в нашей стране — фонд справляется успешно, оставаясь пионером в разработке новых направлений

и форм государственной поддержки научной и научно-технической деятельности. Существенное преимущество нашего фонда — его стабильность, поскольку он единственная научная организация, учрежденная в нашей стране после упразднения Советского Союза и существующая до настоящего времени. Думаю, если нашему фонду дадут возможность спокойно пережить период реорганизации, начавшийся год назад, мы сможем создать действительно эффективный и отлаженный механизм финансовой поддержки научных исследований в России.

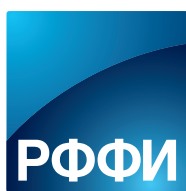
**— Вы имеете в виду присоединение к фонду Российского гуманитарного научного фонда?**

— И это тоже. Хотя, вопреки многочисленным пессимистичным прогнозам, объединение с РГНФ прошло на редкость спокойно и безболезненно. Были найдены возможности для достижения компромисса по спорным вопросам конкурсной политики, удалось нивелировать разногласия по формированию штатной структуры обновленного фонда. Осуществить такое непростое мероприятие в кратчайшие сроки, без предварительного плана и привлечения дополнительного финансирования удалось благодаря взаимопониманию, которое установилось между руководителями и сотрудниками РФФИ и РГНФ в этот непростой для обоих фондов период.

**— И каким вам видится будущее обновленного фонда?**

— В ходе реорганизации была выработана общая концепция взаимодействия представителей естественных и гуманитарных направлений внутри объединенного фонда. Она предполагает приоритетное развитие естественных и социогуманитарных наук в рамках междисциплинарных проектов, отвечающих современным вызовам, совокупность которых принято называть цифровой революцией. Особенно актуальными становятся проблемы взаимодействия человека и компьютерных технологий. Цифровая эпоха порождает психологические, социальные и правовые феномены, которые в настоящее время мало изучены. Например, многие сейчас говорят о скором наступлении беспилотных транспортных средств. Но, на мой взгляд, до глобального покорения ими дорог, водоемов и воздушного





Многие считают, что в мире есть два научных языка — английский и русский. Поэтому поддержание высокого статуса русского языка как языка науки — одна из важнейших задач фонда

пространства еще довольно далеко, поскольку, в частности, не решены важнейшие правовые вопросы эксплуатации таких механизмов, например вопрос о юридической ответственности людей за инциденты, происшедшие при эксплуатации беспилотников. Никак не урегулированы и другие вопросы, связанные с наличием конфликта между традиционными социальными институтами и технократической направленностью развития цивилизации.

Так, внедрение новых технологий в процесс репродукции человека (экстракорпоральное оплодотворение, суррогатное материнство, выращивание отдельных «запасных деталей» человеческого организма и, наконец, клонирование собственнo человека) породило такое количество проблем, что их разрешение станет неоспоримым поводом для финансирования сотен и тысяч научных проектов, реализуемых на стыке естественно-научных и гуманитарных дисциплин. Что, безусловно, благодаря синергетическому эффекту даст новый импульс развитию и тех и других.

Вопрос о том, как человек будет жить, а может быть выживать, в цифровом обществе, должен быть предварительно изучен, на него должны быть получены ответы, потому что в противном случае человечество может загнать себя в ту ситуацию, когда ему просто не будет места на Земле. Потому что любая машина, наделенная искусственным интеллектом, способностью к самоорганизации и самообучению, рано или поздно задастся вопросом: зачем мне нужен этот слабый и вечно сомневающийся человек?

**— То есть фонд будет заниматься — или уже занимается — поддержкой новых направлений в науке?**

— Это уставная функция фонда. Открываем устав РФФИ: «Цель и предмет деятельности фонда — финансовая

(в том числе в форме грантов юридическим и физическим лицам) и организационная поддержка фундаментальных научных исследований, способствующая реализации государственной научной и технической политики, распространению научных знаний в обществе, основанная на принципах предоставления ученым права свободы творчества, выбора направлений и методов проведения исследований». Выполняя эту функцию, фонд создает новые тематические направления конкурсного отбора научных проектов, поддерживая наиболее важные и актуальные из них.

Большое значение фонд придает и популяризации науки. Сайт РФФИ — активно посещаемая площадка, причем не только российскими, но и зарубежными учеными. К слову, по разным оценкам, от 150 до 200 тысяч российских докторов и кандидатов наук работают за рубежом. Наш фонд, действуя в рамках так называемой научной дипломатии, не только создал площадку для реализации многочисленных международных проектов с учеными более чем из 40 стран, но и возвел своего рода мостик между русскоговорящими учеными, работающими за рубежом и в России. Многие считают, что в мире есть два научных языка — английский и русский. Поэтому поддержание высокого статуса русского языка как языка науки — одна из важнейших задач фонда.

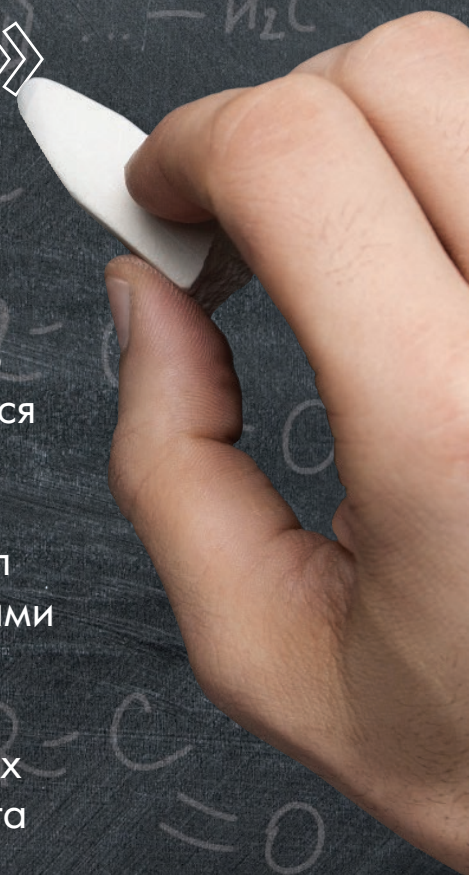
Популяризируя научную деятельность и достижения российских ученых среди граждан нашей страны, фонд способствует формированию в обществе заинтересованности в развитии нашей науки, особенно среди тех, кто только выбирает профессию. Важно, чтобы и молодежь, и люди старших поколений понимали, что без науки у нас действительно нет будущего. ■

**Беседовала Ольга Беленицкая**

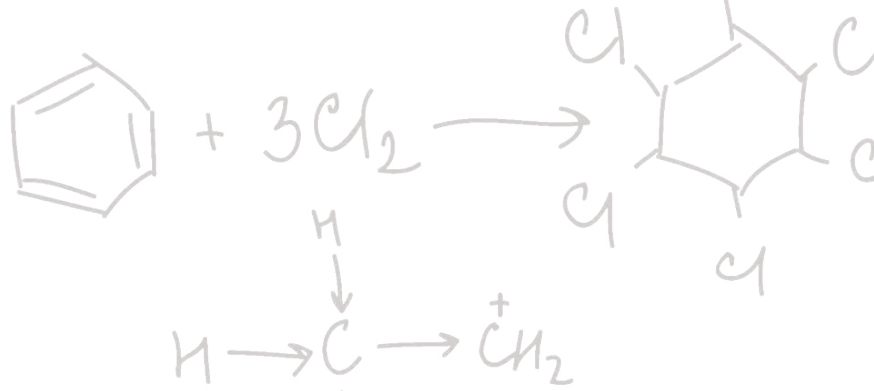


# «Грант — это не только деньги, но и правовой институт»»

Каждый год благодаря грантам Российского фонда фундаментальных исследований получают поддержку более 70 тысяч ученых, проводится около 800 научных мероприятий, осуществляется свыше 500 научных стажировок молодых специалистов, издается более 250 книг и монографий. За 25 лет фонд поддержал почти 150 тысяч научных проектов. За этими цифрами стоит кропотливая работа сотрудников РФФИ, которые создают условия для отбора научных проектов и их сопровождения. О том, как происходит эта работа, рассказал директор РФФИ **Олег Викторович Белявский**.







— Олег Викторович, что же это такое — грант РФФИ?

— Наверное, нет в научном мире человека, который бы не был знаком с этим термином. Грант как инструмент финансовой поддержки научных исследований в России применяется относительно недавно, и значение этого термина все понимают по-разному. Определение гранта содержится и в предыдущем законе о науке, и в проекте нового, есть упоминание о нем и в Бюджетном и Налоговом кодексах Российской Федерации. Но ни один из перечисленных нормативных актов не дает полного и точного определения. Дело в том, что грант — это не только сумма денег, которую получает ученый, не только договор, который заключается между ним и организацией, предоставляющей эту сумму, но и целый комплекс правоотношений, в которые вступают физические и юридические лица в связи с получением данного вида финансовой поддержки и по его поводу. Таким образом, грант можно назвать правовым институтом, который нуждается в серьезном научном исследовании.

В узком значении этого термина мы можем определить грант как безотзывную, безвозвратную денежную сумму, которая выдается государственной или частной организацией на определенных ими условиях, физическим или юридическим лицам в целях возмещения расходов этих лиц, понесенных в ходе реализации программ или проектов в сфере науки, образования, культуры и т.д., а применительно к физическим лицам — в целях обеспечения достаточного для занятий научной деятельностью уровня жизни.

Должен сказать, что финансирование фундаментальных исследований имеет свою специфику, поскольку деньги выдаются ученому не под конкретный результат, каким его многие себе представляют (технология, промышленный образец, патент и т.п.). Результат может быть совершенно несоразмерным выданной ученому сумме с точки зрения обывателя или представителя надзорных или контрольных инстанций, поскольку чаще всего представляет собой научную статью, опубликованную ученым в специальном журнале или на интернет-портале, или просто выступление ученого на симпозиуме, конференции или даже семинаре. Но для науки полученный результат может быть бесценен.

— Кто может претендовать на получение гранта РФФИ?

— Условия конкурсов, проводимых фондом, содержатся на нашем сайте <http://www.rfbr.ru/>, и с ними может ознакомиться любой желающий. Могу сказать, что в некоторых наших конкурсах помимо научных коллективов или отдельных ученых участвуют и научные,

и образовательные организации. Хотя, поскольку мы стараемся финансировать «чистую науку», нам очень не хотелось бы, чтобы деньги грантов, которые государство предоставляет ученым для реализации ими научных проектов, уходили на такие прозаические вещи, как содержание избыточной или устаревшей научной инфраструктуры, находящейся на балансе многих научных организаций. К сожалению, это иногда происходит. Тем не менее и по грантам, предоставляемым научным коллективам и отдельным ученым, мы предусматриваем, что 15–20 процентов от суммы гранта могут расходоваться институтами и университетами на компенсацию использования их инфраструктуры. Поэтому руководители научных организаций также заинтересованы в получении своими сотрудниками грантов нашего фонда и, конечно, помогают им в реализации проектов.

Есть и перекосы. Так, в последнее время, в связи с неправильным толкованием отдельными руководителями указов президента Российской Федерации, обязывающих их повысить заработную плату своим сотрудникам, нами фиксируются попытки со стороны ряда организаций включить наши гранты, получаемые их сотрудниками, в фонд оплаты труда. А у нас есть организации, сотрудники которых в течение года получают в совокупности гранты на общую сумму 200, 300 и даже 800 миллионов рублей. Конечно, директорам институтов и ректорам университетов не хочется терять такую возможность «повысить» эффективность своей деятельности. Это, конечно, неправильно, поскольку гранты — не заработная плата, не вознаграждение за выполнение научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ по договорам подряда. Соответственно, никакими социальными взносами они облагаться не должны. Кстати, в налоговом законодательстве есть прямое указание на то, что гранты РФФИ — это не доход и поэтому подоходным налогом не облагаются. Но наши пенсионный фонд, фонды социального и медицинского страхования, невзирая на это, требуют производить упомянутые отчисления, упорно считая гранты «зарплатой».

— **Вам удается противостоять этому?**

— Должен сказать, данный вопрос целиком и полностью относится к компетенции руководства научных организаций, которые должны принимать меры,

направленные на то, чтобы средства грантов не возвращались обратно в бюджет в виде разного рода отчислений. Это вносит сумятицу при определении реального объема государственной помощи, оказываемой науке за счет грантов, и влечет дополнительные расходы на повторное администрирование бюджетных средств в нашей стране. В порядке оказания правовой помощи научным организациям, пострадавшим от незаконных санкций со стороны контрольных инстанций, сотрудники фонда участвуют в судебных заседаниях на стороне научных организаций, помогая им вернуть незаконно взысканные суммы. Эта поддержка дает ощутимые результаты, поскольку совместными усилиями мы добиваемся принятия справедливых и законных судебных решений в большинстве случаев.

— **А есть возможность не доводить до суда?**

— Наши специалисты разъясняют позицию фонда по данному вопросу на выездных семинарах, консультациях, которые проводятся с участием представителей научных и фискальных организаций. Мы также принимаем участие в совещаниях, проводимых руководством Минтруда, Минобрнауки и ФАНО России. Как правило, наши аргументы воспринимаются руководством заинтересованных организаций и мы обходимся без обращения в судебные инстанции.

Беда в том, что, по логике многих главных бухгалтеров научно-исследовательских институтов или университетов, если деньги, предназначенные для выдачи ученому, из РФФИ сразу поступают на счет института, а не на пластиковую карточку его сотрудника, значит, это уже деньги института, следовательно, выдавая деньги гранта по требованию этого сотрудника, они выплачивают ему заработную плату. При этом говорят: «Если бы деньги пришли сначала к нему, а потом он бы их временно разместил у нас, вопросов бы не было». Хотя как специалисты они должны понимать, что это бы не изменило правовой природы гранта.

— **В чем суть взаимодействия фонда и научных организаций, которые сами не получают грантов?**

— Вообще, с точки зрения финансовой логистики, в ситуации, когда деньги идут не на счет получателя гранта, а на счет учреждения, хорошо всем. Институт по поручению ученого оплачивает связанные





Директор Российского фонда фундаментальных исследований О.В. Белявский

с проектом расходы: осуществляет закупки материалов, оплачивает труд технических работников, привлекаемых для выполнения научного проекта по договорам гражданско-правового характера. У фонда появляются возможности контролировать целесообразность и законность трат, которые производит обладатель гранта, а он сам может не беспокоиться по поводу места и условий хранения временно свободных средств. Таким образом, трехсторонний договор, который фонд заключает с получателем гранта и институтом, регламентирует действия каждой из сторон: каждый знает, чем он занимается, за что отвечает и что в результате получит.

— **Речь идет о каком-то конкретном результате?**

— Зачастую фонды и благотворительные организации выдают гранты людям, достигшим выдающихся результатов в какой-то сфере деятельности, просто потому что они — своего рода национальное достояние. Грант в этом случае выступает как средство поддержки человека в «рабочем состоянии», чтобы этот «инструмент»

всегда был готов выполнить ту функцию, в которой заинтересованы государство и общество.

Поскольку институт гранта наличие работодателя не предусматривает, соответственно, нет и сотрудника, нет и работы как таковой. Таким образом, данные взаимоотношения остаются за рамками тех, которые регулируются Трудовым кодексом. Работа к тому же всегда подразумевает затрату энергии для достижения целей, интересующих работодателя. Нет результата — нет оплаты произведенной работы. В нашей ситуации картина немного другая. Здесь деятельность осуществляется не в пользу конкретного работодателя, а в пользу общества в целом. Причем результаты этой деятельности представляют собой новые знания, которые могут быть востребованы сегодня, а могут и через 100 лет. Этим, собственно, фундаментальные исследования и отличаются от прикладных.

— **Расскажите, пожалуйста, как происходят отбор заявок и экспертиза.**

— Один из главных принципов работы фонда — конкурсный отбор проектов.

Проект финансируется, когда он отвечает нескольким критериям: он должен быть актуальным, новым, перспективным. Другой важный принцип — принятие решений о финансировании на основании экспертной оценки. Ее проводят независимые эксперты и экспертные советы.

Экспертом РФФИ может стать ученый, добившийся определенных результатов. Правилами проведения экспертизы РФФИ подробно регламентированы права и обязанности экспертов. В научной среде, конечно, нет уголовной ответственности за дачу заведомо ложного заключения или за отказ от заключения, как это существует, например, в судебной медицине или судебной психиатрии. Хотя деньги, которые государство выделяет или не выделяет на поддержку проекта (в зависимости от решения эксперта — положительного или отрицательного), очень большие. Поэтому можно было бы говорить, что здесь есть почва для злоупотреблений. К счастью, мы должны констатировать, что моральное состояние нашего экспертного корпуса весьма высокое. Объективность и беспристрастность экспертов обеспечиваются и имеющимися в распоряжении фонда программными средствами, которые позволяют осуществлять семантический анализ текстов заявок, научных отчетов, что существенно облегчает установление фактов плагиата, заимствований, повторов и т.д. Речь идет о нашей программе КИАС (Комплексная информационно-аналитическая система), которая постоянно развивается и совершенствуется благодаря высокой квалификации наших программистов.

**— То есть существуют какие-то нормативные документы, которые регулируют работу экспертов?**

— Экспертная деятельность, как и вся другая деятельность фонда, регламентируется его уставом. На протяжении последнего двух лет устав РФФИ трижды претерпевал серьезные изменения. Многие из них были связаны с порядком организации и проведения экспертизы. Устав неоднократно обсуждался на заседаниях совета фонда, и в его последней, утвержденной Правительством РФ, редакции учтены интересы всех заинтересованных министерств и ведомств и, конечно, мнение нашей научной общественности. Помимо устава деятельность нашего экспертного корпуса и экспертных советов регламентируется локальными нормативными

актами. Эти документы также постоянно совершенствуются в соответствии с меняющимися задачами фонда и повышением требований к качеству экспертизы. Здесь мы находимся если не в начале, то в середине пути. Позиция руководства фонда состоит в том, чтобы усилить ответственность экспертов за достоверность заключений, объективность, полноту и беспристрастность, то есть за соблюдение основных принципов деятельности фонда.

**— А какова тогда роль органов управления фонда?**

— На защите этих принципов стоят и коллегиальные органы управления фонда — совет фонда и бюро совета фонда, которые принимают итоговое решение о финансировании того или иного проекта, победившего на конкурсе. Эти органы сформированы из ученых, которые не состоят в фонде, но представляют собой цвет нашей науки во всех ее направлениях. О внимании, которое уделяется государством вопросам формирования совета, говорит тот факт, что председатель совета фонда — в настоящее время академик В.Я. Панченко, — назначается президентом Российской Федерации, а члены совета фонда — Правительством Российской Федерации.

**— В чем вы видите возможности для повышения эффективности работы экспертов фонда?**

— На протяжении всей своей истории РФФИ, оставаясь самым стабильным элементом российской научной инфраструктуры, постоянно совершенствует способы и методы работы. Не остаются без внимания и вопросы, напрямую касающиеся качества проводимой в РФФИ экспертизы научных программ и проектов. В частности, мы считаем необходимым разграничить функции сотрудников фонда и экспертов, принимающих участие в работе экспертных советов. Например, в настоящее время руководитель соответствующего «отраслевого» управления фонда — штатный сотрудник нашего учреждения — по должности ученый секретарь соответствующего экспертного совета. В новой структуре, которую мы планируем принять этой осенью, экспертный совет будет сам избирать ученого секретаря из своего состава. Это позволит сконцентрировать ответственность за все, что происходит в экспертном совете, на его председателе и ученом секретаре, а сотрудник фонда впредь будет привлекаться



только для организационного обеспечения деятельности экспертного совета и выполнения технических функций. Таким образом, роль сотрудника фонда, принимающего участие в заседании экспертного совета, будет ограничиваться координацией деятельности фонда и экспертного совета с целью соблюдения графика и регламента проведения соответствующих конкурсов. Эти нововведения позволят существенно снизить риск принятия экспертами неправильных решений и повысить их независимость от управленческих структур фонда и его отдельных сотрудников.

Вообще, мы придерживаемся установки, что чиновники не могут быть вовлечены в процесс принятия экспертных решений, имеющих значение для финансирования науки. Они должны быть функционерами, которые быстро и профессионально готовят заседания, обеспечивают прямую и обратную связь между экспертным сообществом и фондом.

В дальнейшем мы планируем обеспечить более ровную занятость нашего персонала в течение года, исключив периоды авралов и относительного затишья. С этой целью будут созданы специальные подразделения, которые независимо от видов конкурсов станут отвечать за прием заявок, их обработку, общение с экспертами. Это также позволит достичь большей прозрачности в деятельности фонда.

С июня этого года заявки на участие в инициативных конкурсах РФФИ принимаются в электронном виде. Если принять во внимание, что ежегодно нами рассматривается около 70–80 тысяч таких заявок, станет очевидным, сколько бумаги и времени нам удалось сохранить. На следующем этапе такая же участь постигнет и договоры о предоставлении грантов: они также будут заключаться в электронной форме. И финальным аккордом станет перевод в электронную форму научных отчетов по реализованным проектам. В этом смысле наш фонд также пионер. Но главной целью всей нашей работы мы видим повышение ее качества и скорости обработки поступающей в фонд информации.

**— Кстати, об информации. Фонд уже больше десяти лет обеспечивает доступ российских научных организаций к иностранным информационным ресурсам. Каковы перспективы в этой области?**

— Действительно, в работе фонда значительный объем занимает обеспечение доступа наших ученых, прежде всего получателей грантов фонда, к иностранным научным журналам, книгам, фактологическим базам данных. Так, в текущем году мы профинансировали подписку на продукты издательства *Springer* для 358 научных организаций, издательства *Elsevier* — для 200 организаций, *The Cambridge Crystallographic Data Center* — для 134 организаций. Организации-подписчики определялись по итогам ранее проведенных конкурсов с учетом их активности в получении интересующей их информации. Эта функция фонда оказалась очень востребованной: мы получали и получаем сотни обращений от наших ведущих ученых с просьбой расширить спектр предоставляемых ресурсов и, самое главное, обеспечить к ним доступ максимального числа подписчиков со всех концов нашей необъятной страны. Проанализировав наш многолетний опыт организации подписки для научных организаций, фонд выступил с инициативой организовать централизованную подписку на иностранные научные издания для неограниченного круга российских научных организаций и ученых. Другими словами, мы предложили перейти от ведомственной подписки к национальной. Таким образом, исключается двойное финансирование одних и тех же ресурсов двумя или несколькими организациями, существенно уменьшается стоимость единицы информации. Соответствующие предложения были направлены в Министерство образования и науки России, с которым мы в настоящее время обсуждаем детали предстоящей подписной кампании. В настоящее время в перечень организаций, которым фонд помогает получить доступ к научной информации, входят Московский и Санкт-Петербургский государственные университеты, Библиотека Российской академии наук, Всероссийский институт научной и технической информации РАН и сотни других университетов, институтов и библиотек. Возможность своевременного получения научной информации мы считаем одним из важнейших условий успешного развития научной мысли в нашей стране и выполнения стратегии научно-технологического развития страны. ■

*Беседовала Ольга Беленицкая*



# РФФИ: четверть века спустя

Российскому фонду фундаментальных исследований исполнилось 25 лет. О том, как работала, работает и будет работать эта важная для страны и науки структура, мы поговорили с академиком РАН, доктором физико-математических наук **Валерием Анатольевичем Рубаковым**.

2067

1992





2042

2017



**— Валерий Анатольевич, вы стояли у самых истоков РФФИ. Помните, как все начиналось?**

— Все началось с Указа Президента Российской Федерации от 27 апреля 1992 г. № 426 «О неотложных мерах по сохранению научно-технического потенциала Российской Федерации». Когда фонд появился, надо было отладить его работу, и первый директор-организатор академик А.А. Гончар, очень быстро и качественно все организовал. Первый импульс, который вложил в РФФИ Андрей Александрович, до сих пор работает. Были перемены, иногда довольно заметные и существенные, но РФФИ живет на этом энергетическом заряде, который был дан в самом начале его существования.

Гончар решил, что я — хорошая кандидатура для того, чтобы быстро организовать экспертизу и определение заявок-победителей по теме ядерной физики. Это широкое понятие, в которое входят физика атомного ядра, элементарных частиц, космических частиц, нейтрино, физика высоких энергий и т.д. Необходимо было сделать это очень быстро. Счет шел буквально на недели, потому что год заканчивался, а бюджетные средства на следующий год не переносились.

**— Не успели бы управиться, опоздали бы хоть на несколько дней, потеряли бы год?**

— Конечно. А надо ведь было не только провести экспертизу и определить достойных, но еще и успеть выделить деньги, передать их грантополучателям. Но прежде всего была именно экспертиза. Поэтому все происходило очень быстро и значительно проще, чем сейчас. Все было менее формализовано. Мы собирали довольно большие экспертные советы, прямо на ходу изучали заявки, обсуждали и быстро принимали решения поддерживать их или отклонить.

**— Быстрота подразумевает повышенный риск ошибиться.**

— Ошибки если и были, то не очень много. После процедура стала стройнее и строже, но главный принцип — что проводят экспертизу и выносят вердикт сами ученые — заработал уже тогда, на первом этапе деятельности фонда. И в значительной степени он работает до сих пор.

**— А кто в СССР решал, какую фундаментальную работу поддерживать, на какую выделять бюджет? Академия наук?**

— В СССР понятие «грант» отсутствовало, никаких фондов тоже не было. Была совершенно другая логика поддержки областей науки, которые государство считало особенно важными. Часто это происходило с подачи академии наук, но главной была не она.

Был Государственный комитет по науке и технике, ГКНТ — структура довольно высокого уровня. Именно по ее линии шла специальная поддержка направлений, которые в то время считались приоритетными. Я принимал участие в реализации программы «Физика высоких энергий». Выделяемые комитетом на реализацию утвержденных программ специальные средства практически напрямую шли в институты, которые этими программами занимались, минуя академию и ведомства, к которым эти институты относились.

**— То есть АН СССР материальной поддержкой перспективных направлений не занималась?**

— Были и приоритетные направления, которые поддерживались в рамках академии наук и различных ведомств, но это была не очень заметная поддержка, в отличие от программ ГКНТ. Сами программы появлялись по-разному, но затравочным началом всегда были авторитетные ученые, которые понимали тенденции развития науки и которых слушали руководители государства.

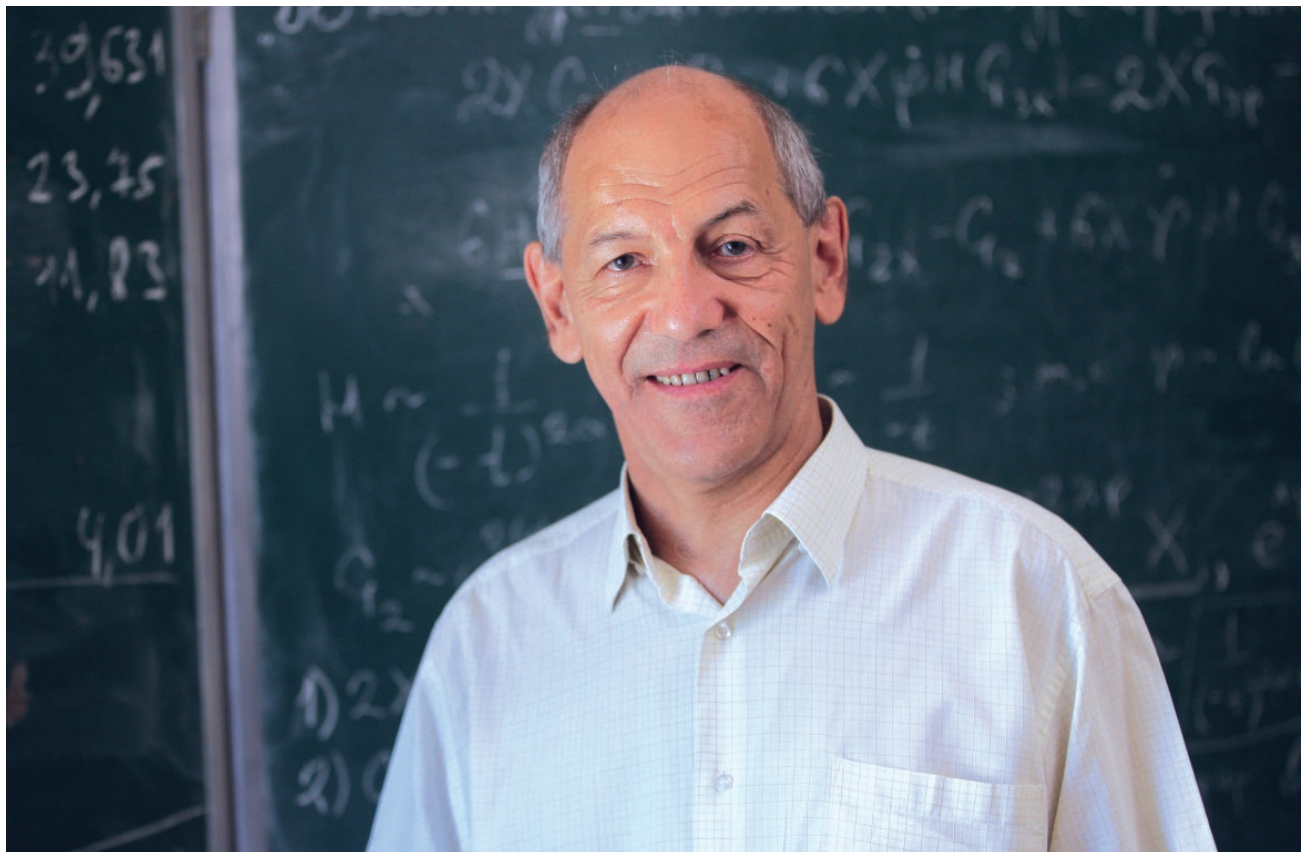
**— Ваша программа начиналась с вас?**

— Нет, конечно! Я тогда (а речь о второй половине 1980-х гг.) был совсем молодой. У ее истоков стояли четыре академика: А.А. Логунов, Н.Н. Боголюбов, М.А. Марков и А.Н. Скринский. Они написали письмо в Политбюро, в котором сказали, что есть такое направление науки и технологий — физика высоких энергий, очень важное и передовое, которое нужно поддержать. Это была плохо формализованная процедура, но решения по ней принимались серьезные.

**— Насколько серьезными финансами эти серьезные решения подкреплялись?**

— На удивление очень хорошее финансирование выделялось в горбачевские времена. Сейчас это может показаться странным, но с 1986 до 1990 г. обеспечение по серьезным фундаментальным линиям шло весьма приличное. Тогда страна активно накачивалась деньгами, что после 1990 г. аукнулось гиперинфляцией.





Доктор физико-математических наук, академик В.А. Рубаков

Но в течение трех-четырех лет, в конце 1980-х гг., наука финансировалась хорошо, и многое тогда удавалось сделать.

Другое дело, что продолжение некоторых из этих проектов оказалось печальным. Например, знаменитый Ускорительно-накопительный комплекс в Протвине — пожалуй, главный и очень крупный проект программы «Физика высоких энергий» того периода, который шел через Минсредмаш и поддерживался по линии ГКНТ. За пять лет удалось очень сильно продвинуться в его реализации. Был прорыт огромный, многокилометровый круговой туннель для будущего ускорителя, было сделано много оборудования. Проект продвигался быстрыми темпами, но в 1990-е гг. наступило полное безденежье и он остановился. Печальная история: туннель существует, ускорителя нет.

— **Так, может, еще будет? Мне физики-ядерщики говорили, что главное — туннель прорыть, а ускоритель приложится.**

— Возможно, но за прошедшие 25 лет физические задачи сильно изменились. В CERN уже работает Большой адрон-

ный коллайдер, отработал коллайдер в Фермилабе в США. Коллайдер в Протвине был рассчитан на меньшие энергии, чем БАК. Уже даже непонятно, зачем строить сейчас такую машину. Если бы она была построена до БАК, тогда бы мы были на коне — и, скорее всего, хиггсовский бозон открыли бы не под Женевой, а в Подмоскowie. Но этого, к величайшему сожалению, не случилось. А сейчас перед физиками стоят другие задачи. Так что вопрос, что делать в протвинском туннеле, остается, и неизвестно, есть ли у него решение.

### Грант на Нобелевскую премию

— **Как ученые восприняли рождение РФФИ?**

— С радостью. Многие исследователи самых разных уровней и рангов ждали появления подобного фонда, надеялись, что он будет работать — и работать разумно. Поэтому восприняли, насколько я могу судить, позитивно. Тем более что тогда подать заявку на грант было значительно проще, чем сейчас. Сейчас, чтобы написать грамотную заявку и иметь

хороший шанс выиграть, целая команда должна работать не один день. Тогда все было проще, не требовалось писать обстоятельных заявок, а шансы выиграть были вполне приличные. В 1990-е гг. грант от РФФИ был одним из немногих способов удержаться на плаву, сохранить коллектив. Пусть это были небольшие деньги, но дополнительную возможность заниматься наукой фонд представлял, и это очень важно.

**— Понятно, что вы получали тогда сотни заявок. Но можно ли вспомнить наиболее интересные?**

— Одна из самых интересных тем, получивших хорошую поддержку от РФФИ, — проект научных исследований на галлий-германиевом телескопе в Баксанской нейтринной обсерватории. Это в Кабардино-Балкарии. К тому времени как раз по программе «Физика высоких энергий» завершили ее строительство, и там началась научная работа.

**— Я знаю оптические телескопы, зеркальные, рентгеновские, солнечные, радиотелескопы... А что такое «галлий-германиевый»?**

— Это целая подземная лаборатория, сложная система, предназначенная для измерения потока нейтрино от Солнца. В то время телескоп только-только заработал. Благодаря финансовой поддержке, кстати, не только РФФИ, проект стал получать неожиданные, очень интересные и важные результаты. Руководил и по сей день руководит им В.Н. Гаврин, сейчас уже член-корреспондент РАН. Кто-то из его команды ушел, кто-то пришел, но костяк сохранился до сих пор. Эти люди и сегодня работают, получая интересные результаты. Оценивая, что было сделано, можно сказать, что это был подвиг. Ученые трудились в тяжелейших условиях безденежья и почти разрухи. И при этом сделали замечательную работу, достойную самой высокой награды. Сейчас это уже классика, вошедшая во все учебники. Открытия, сделанные в Баксанской нейтринной обсерватории, показали, что у нейтрино есть необыкновенные свойства. За это в конечном итоге вручили Нобелевскую премию, к сожалению, в обход нашего галлий-германиевого телескопа. Одновременно с нами аналогичный телескоп работал в Италии, это был европейский проект с участием США. Но и они тоже оказались за бортом: почему-то решили,

что надо дать премию другим. В 2002 г. премию за открытие нейтрино, пришедших из космоса, получили Раймонд Дэвис и Масатоси Косиба. А в 2015 г. ее вручили «за открытие осцилляции (превращения одного сорта в другой) нейтрино, подтвердившее наличие у этой элементарной частицы массы покоя» японцу Такааки Кадзите и канадцу Артуру Макдональду. Это, конечно, дело Нобелевского комитета — выбирать, кому давать.

**— Разве? Мне кажется, в таком деле, как присуждение самой престижной в мире научной премии, нельзя руководствоваться субъективным принципом: «Кому хочу — тому даю». В заветании Альфреда Нобеля такого положения точно нет.**

— К сожалению, я не всегда понимаю логику Нобелевского комитета. Возможно, там есть какие-то подводные течения или лоббисты, мне об этом судить трудно. Но нередко результаты работы комитета кажутся странными и обескураживающими. Бывает, что явно не самые главные результаты оказываются отмеченными премией, а понастоящему глобальные, как с галлиевым экспериментом, обходятся стороной. Почему — непонятно. Возможно, у нас просто не хватает умения, желания или возможности лоббировать в Нобелевском комитете интересы российской науки. Но команде, которая над нашим проектом работала, надо поставить памятник. Тем более если вспомнить, какие были тяжелые для нашей страны и науки времена.

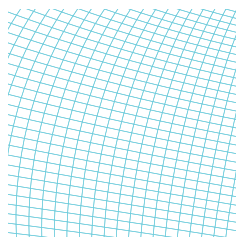
**— В 1990-е гг. Россия находилась в тяжелейшей экономической ситуации. Наверное, многие говорили, что нет смысла тратить деньги на фундаментальные исследования, не приносящие экономической выгоды?**

— Я не могу такого припомнить. Мне кажется, что о фундаментальной науке в нашем обществе было иное представление. Люди в России тогда понимали, да и сейчас понимают, что наша страна известна тем, что у нас есть головы, мозги и любовь к искусству, науке, интеллектуальной деятельности, творчеству. Да и деньги были не безумно большими по тем временам.

**— А сейчас большие?**

— И сейчас тоже небольшие. Тут больше разговоров. Если присмотреться, мы





## Одна из самых интересных тем, получивших хорошую поддержку от РФФИ, — проект научных исследований на галлий-германиевом телескопе в Баксанской нейтринной обсерватории

увидим, что на фундаментальную науку, если сравнивать с другими статьями бюджета, идут сущие копейки.

### «Чужой» в совет не входит

— Сильно ли изменилась работа фонда за прошедшие четверть века?

— Изменилась. Вначале РФФИ практически полностью был ориентирован на то, что сейчас называется «конкурс А». Это поддержка инициативных научных проектов без выделения тематики и без возрастных ограничений. Заявка принималась независимо от того, какое это направление науки, молодежный это коллектив или обычный, независимо почти ни от чего. Главное, чтобы эксперты вообще согласились оценить этот проект. Потом деятельность фонда стала разнообразнее. Появились новые конкурсы.

— Какие, например?

— Их много — ориентированных междисциплинарных исследований по более-менее конкретным научным направлениям, организации научных мероприятий, издательских проектов, организации экспедиций, поддержки молодых ученых, региональных проектов, научно-популярных статей, аналитических обзоров и т.д. Сейчас конкурс А составляет по финансированию немного меньше половины, где-то в районе 47%. Я лично считаю, что это не совсем правильно. Конкурс А — основной вид деятельности, который должен держаться хотя бы на уровне 50%. Деятельность диверсифицировалась, и это хорошо, но идеи и задачи фонда остались более или менее прежними.

— А судьи кто? Как проходит экспертиза проектов?

— Экспертиза — интересная штука. У нас по каждому направлению есть экспертные советы. Я могу говорить только о секции, относящейся к теоретической физике, в которой принимал участие. Это самоподдерживающаяся система.

Эксперты постоянно ротируются, но новые члены появляются по подсказке действующих.

— Такая сетевая структура: сам работаешь — приведи друга?

— Именно, и система работает. Там нет случайных людей. Все члены совета обладают широким кругозором, они эксперты высокого уровня, все относится к своему делу ответственно. За прошедшую четверть века эта, как вы сказали, «сетевая структура» показала себя с самой хорошей стороны.

Кроме того, есть пул экспертов, которые получают на экспертизу отдельные проекты. Он тоже расширяется, но за его формирование отвечает опять же экспертный совет. Это главная единица, она и определяет пул экспертов, на которых будет опираться, и принимает рекомендации, какие именно проекты достойны поддержки.

— Труд экспертов оплачивается или они работают «за идею»?

— Оплачивается. Не сказать, чтобы очень щедро, но и отнюдь не символически.

— Четыре года назад прошло реформирование РАН. А как реформа отразилась на работе РФФИ?

— Если и отразилось, то очень опосредованно. Научные коллективы не прекратили своего существования — как в рамках, так и за рамками РАН. И они подавали, подают и, надеюсь, будут подавать заявки на гранты фонда. Изменение ведомственной подчиненности если и сказывается на этом, то незначительно.

### Науки много не бывает

— У РФФИ есть международные проекты?

— Есть, и довольно много. У фонда много соглашений с аналогичными или не совсем аналогичными организациями, финансирующими совместные проекты, из многих стран: США, Европы,

Китая, Японии и т.д. Есть страны, которыми вы, возможно, удивитесь, например Вьетнам или Монголия. Я уж не говорю о странах бывшего СССР — соответствующие соглашения есть почти со всеми. Международная совместная деятельность идет полным ходом, это довольно заметная часть работы РФФИ. Я ее оцениваю позитивно, хотя там есть вопросы, к которым полезно было бы пригласить повнимательнее: есть ли реальная отдача от такого сотрудничества или оно существует больше на бумаге?

— **Иностранные ученые могут подавать заявку или это прерогатива только россиян?**

— Зависит от вида конкурса. Если он внутрироссийский, тогда это могут делать только российские ученые. Если это конкурс РФФИ и региона, подают заявки ученые из этого региона. Есть совместные проекты, на которые заявки подают две команды. Скажем, российско-французские проекты: во Франции заявка изучается французским фондом, в России — РФФИ. Когда все

складывается воедино, появляется совместный проект с общей заявкой.

— **Не бывает, чтобы в деятельности организации были только плюсы. Что бы вам хотелось изменить или поправить в работе РФФИ?**

— Мне думается, что организация некоторых конкурсов, в частности молодежных и ориентированных фундаментальных исследований (ОФИ), не так прозрачна, как хотелось бы. Направления ОФИ тематические. Почему эти направления такие, а не другие, в правилах прописано не очень ясно, соответственно, не очень понятно, кто проявляет инициативу и почему считает, что эти направления деятельности важны.

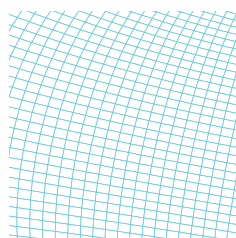
— **Чем прозрачнее, тем лучше.**

— Конечно. Есть тематические советы по различным научным направлениям и отдельные советы, занимающиеся молодежными конкурсами. Это тоже кажется неправильным, потому что молодежный конкурс не должен ничем отличаться от других.



Международная совместная деятельность идет полным ходом: визит японской делегации





## Программисты говорят: «Если что-то работает, не трогай». РФФИ — работающая структура, за четверть века доказавшая свою эффективность, поэтому я бы не хотел, чтобы в ней происходили революционные преобразования

— **Считаете, что отдельных молодежных конкурсов быть не должно?**

— Нет, они нужны, но их экспертизу должны проводить те же советы, которые занимаются общими конкурсами, только с учетом возрастных ограничений. Когда смотришь со стороны, видно, что картина здесь не самая прозрачная. Из-за этого бывают вполне обоснованные претензии. Люди не понимают, почему их не поддержали. Так было всегда и по разным направлениям, но именно в этих областях такая тенденция заметнее. В любом деле есть минусы, вы правильно сказали. Но в целом я считаю, что РФФИ — дело полезное.

— **Не так давно в РФФИ влился Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ). Разве правильно объединять гуманитарные фундаментальные исследования и естественно-научные?**

— Абсолютно правильно. Напротив, неправильным было разделение. Ведь первоначально РГНФ отпочковался именно от РФФИ и долгое время существовал отдельно. Наука едина. Многие методы, которые используют, например, историки или археологи, приходят из естественных наук. Поэтому хорошо, когда ученые разных специальностей разговаривают друг с другом на единой площадке РФФИ. Специфика и подходы могут несколько различаться, но общие правила не должны зависеть от того, гуманитарная это наука или нет, история это или физика, химия или филология. Любая хорошая наука должна поддерживаться.

— **Можете сделать прогноз, как будет развиваться РФФИ в ближайшие годы?**

— От добра добра не ищут. Программисты говорят: «Если что-то работает, не трогай». РФФИ — работающая структура, которая за четверть века доказала

свою эффективность и пользу, поэтому я бы не хотел, чтобы в ней происходили революционные преобразования. С другой стороны, жизнь часто вносит свои коррективы. Фонд фундаментальных исследований — живое дело, и он будет развиваться. В последнее время появился акцент, пусть пока не очень сильный, на прикладные направления. Это совместные проекты в области высоких технологий с «Российскими железными дорогами» и с «Росатомом». Возможно, это веяние времени и РФФИ полезно участвовать в таких проектах, но тут важно не переусердствовать, потому что РФФИ — все-таки фонд именно фундаментальных, а не прикладных исследований. Тут надо держать ситуацию под контролем.

— **А нобелевский лауреат Ж.И. Алферов говорит, что все науки прикладные, разница в сроках.**

— Это правильно, но тут важно не перегнуть палку и не подтягивать эти сроки искусственно.

— **Есть ли вопрос, которого вы от меня ждали, а я его забыл задать?**

— Есть. Я думал, вы спросите, кто будет следующим руководителем фонда. Или кого бы я хотел видеть в качестве следующего руководителя. Ротация руководителей РФФИ предусмотрена уставом, поэтому так или иначе вопрос встанет.

— **Так кого бы вы хотели видеть следующим рулевым фонда?**

— Я буду рад, если это будет человек не из моего поколения. Думаю, ему должно быть около 50 лет, чтобы он мог вдохнуть в РФФИ новую жизнь, придать ему новый импульс на следующие четверть века. Таких достойных людей сейчас много, и я надеюсь, что кто-то из них займет этот пост. ■

**Беседовал Валерий Чумаков**











Европейская встреча  
Глобального исследовательского  
совета (GRC). Организована РФФИ  
совместно с Национальным  
исследовательским советом  
Италии (CNR). Рим, ноябрь 2015 г.

**— Когда РФФИ начал поддерживать международные исследовательские проекты?**

— Международная деятельность фонда началась в 1994 г. Первое соглашение было заключено с Государственным фондом естественных наук Китая (NSFC). Затем был подписан договор с Немецким научно-исследовательским обществом (DFG) и Международной ассоциацией по содействию сотрудничеству с учеными новых независимых государств бывшего Советского Союза (INTAS). Все три соглашения были одобрены советом РФФИ в 1995 г. В том же году фонд провел с INTAS первый полноценный совместный конкурс, а с 1996 г. началась поддержка проектов, отобранных по результатам совместных конкурсов с DFG и NSFC.

Среди наших самых давних партнеров — Национальный центр научных исследований Франции (CNRS), Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (БРФФИ), активное сотрудничество с которыми продолжается уже на протяжении более 20 лет.

В 1997 г. фонд поддерживал уже свыше 200 международных проектов. При этом в 1990-е гг. РФФИ был фактически единственной государственной организацией, которая занималась финансированием международных проектов в области фундаментальных наук. С тех пор у нас не только увеличилось число зарубежных партнеров (сейчас мы сотрудничаем с 40 организациями из 34 стран мира), но и вырос размер грантов, на которые могут рассчитывать отечественные ученые. Если в начале 2000-х гг. фонд финансировал исследования на общую сумму 65–75 млн руб. и эти деньги выделялись на 250–350 проектов, то в 2017 г. РФФИ поддерживает почти 900 проектов на сумму более 800 млн руб.

**— Как строится международное сотрудничество РФФИ?**

— Фонд заключает соглашения с зарубежными организациями, финансирующими науку, и на основе этого договора объявляется совместный конкурс. Главный принцип сотрудничества — зарубежные



и российские ученые формируют единый проект, в котором каждая национальная команда получает поддержку от организации той страны, которую она представляет.

В 1990-х гг. размеры грантов РФФИ были значительно ниже, чем у западных партнеров, так как в те годы на науку в России выделялись достаточно скромные средства. Но уже в середине 2000-х гг. РФФИ завершил все программы, в которых его роль сводилась к роли «младшего» партнера. Сегодня мы финансируем проекты практически на равных условиях: размер грантов фонда соотносится с теми средствами, которые тратят наши зарубежные коллеги. Гранты РФФИ выделяются малым исследовательским группам (до десяти человек) и могут достигать 3–5 млн руб. в год. Проекты, которые поддерживает фонд, рассчитаны на два-три года. Фонд финансирует проекты только по результатам конкурсов, вся информация о конкурсах открытая: публикуется на сайте РФФИ и в газете «Поиск» Российской академии наук.

#### — Как проводится экспертиза проектов?

— В двусторонних проектах каждая сторона самостоятельно оценивает заявки в соответствии со своими правилами и положениями. На следующем этапе с участием экспертных советов согласуются результаты национальных экспертиз и отбираются проекты для поддержки.

Иногда национальные оценки по проекту не совпадают, но нужно понимать, что причины бывают разные: например, один из партнеров по проекту плохо написал свою заявку, или исследование, которое чуть

выше оценивается в одной стране, может быть не настолько передовым в другой и т.п. Тем не менее всегда отбираются лучшие проекты и по многим международным конкурсам коэффициент прохождения значительно ниже, чем по внутренним, то есть отбор проходит строже.

В многосторонних же конкурсах стороны, как правило, делают совместную экспертизу. На первом этапе российские и зарубежные эксперты рассматривают единую общую заявку, а на следующем единый экспертный совет выносит свои рекомендации по поддержке проектов. Создание подобных международных советов не только повышает прозрачность принятия решений, но и способствует интеграции наших специалистов в мировое научное сообщество.

Если обратиться к Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г., то в качестве одного из успешных механизмов ее реализации обозначено расширение международного сотрудничества и привлечение к оценке проектов международного экспертного сообщества. Сегодня можно с уверенностью сказать, что РФФИ отлично с этим справляется.

#### — С какими странами наиболее активно сотрудничает фонд?

— Так сложилось, что наибольшее число совместных проектов у нас с организациями стран, представленных нашими самыми давними партнерами.

Прежде всего, это Германия, где помимо основного партнера, DFG, с которым мы ежегодно поддерживаем несколько десятков совместных



Если в начале 2000-х гг. фонд финансировал исследования на общую сумму 65–75 млн руб. и эти деньги выделялись на 250–350 проектов, то в 2017 г. РФФИ поддерживает почти 900 проектов на сумму более 800 млн руб.

проектов, фонд взаимодействует и с другими немецкими организациями. Из них наиболее продуктивно — с объединением немецких научно-исследовательских центров им. Гельмгольца и Федеральным министерством образования и научных исследований.

Во Франции нашим основным партнером с 1996 г. выступает CNRS, однако мы поддерживали совместные проекты и с другими французскими организациями: Национальным институтом сельскохозяйственных исследований, Национальным агентством научных исследований, Министерством высшего образования и научных исследований Франции.

Как о давнем и ключевом направлении можно говорить о Евросоюзе в целом. Хотя программа INTAS давно завершена, мы взаимодействуем с Еврокомиссией в рамках программ ERA-NET, а остаток средств INTAS как раз был использован в рамках программы ERA.Net RUS — преемственность здесь сохранена с этапа зарождения международной деятельности

РФФИ. Много лет мы активно сотрудничаем с Лондонским королевским обществом, Академией Финляндии, Швейцарским национальным научным фондом и другими организациями.

Мы также взаимодействуем с США. В последнее время наиболее активно — с Национальными институтами здоровья. В настоящее время существуют две программы: по одной из них финансируются проекты, связанные с изучением рака, по второй — исследования, направленные на борьбу с ВИЧ/СПИД. По этим программам поддерживаются достаточно крупные проекты: на каждый одна сторона выделяет ежегодно порядка \$50–100 тыс. Мы также поддерживаем ряд проектов с нашими американскими партнерами на многосторонней основе — проект по инфекционным заболеваниям по программе сотрудничества в Восточно-Азиатском регионе, проекты арктических исследований совместно с Национальным научным фондом (NSF) США, с которым в свое время

Слева направо: президент DFG профессор Петер Штрошнайдер, заместитель министра образования и науки РФ Л.М. Огородова, помощник президента РФ А.А. Фурсенко, председатель совета РФФИ В.Я. Панченко





мы вели проекты и в рамках двусторонних отношений. Еще одно перспективное направление — изучение работы мозга.

Активно развивается сотрудничество с нашими белорусскими коллегами. На сегодня совместно с БРФФИ мы поддерживаем наибольшее количество проектов. К основному конкурсу несколько лет назад был добавлен конкурс проектов, выполняемых молодыми учеными. С этого года вместе с БРФФИ мы проводим конкурсы под эгидой Евразийской ассоциации поддержки научных исследований (ЕАПИ), учрежденной по инициативе РФФИ в прошлом году.

Еще одна постсоветская страна, с которой мы активно сотрудничали, — Украина. Совместно с Государственным фондом фундаментальных исследований Украины (ГФФИУ) и Национальной академией наук Украины мы поддерживали наибольшее количество проектов. К сожалению, после известных событий сотрудничество по инициативе украинской стороны сошло на нет.

Фонд активно работает на азиатском направлении, есть партнеры в Японии, Вьетнаме, Китайском Тайбэе, Республике Корея, Иране и в других странах. Но основные партнеры — КНР и Индия. С Департаментом науки и технологий Правительства Индии мы активно наращиваем сотрудничество год от года. Появляются новые конкурсы: в прошлом году в дополнение к основному конкурсу был запущен конкурс ориентированных междисциплинарных исследований. В том же году начали проводить тематический конкурс с нашим новым партнером — Индийским советом по медицинским исследованиям.

Совместно с китайским NSFC РФФИ ежегодно поддерживает больше 100 проектов. Вместе с нашими самыми давними зарубежными коллегами начали проводить новые конкурсы. Так, к традиционному конкурсу по всему перечню направлений был добавлен конкурс междисциплинарных исследований. После объединения с РГНФ у РФФИ появились два новых китайских партнера, занимающихся поддержкой исследований по социальным и гуманитарным



наукам. В этом году Китай выступил с предложением научного сотрудничества в рамках инициативы «Один пояс, один путь», эта тема видится нам одной из перспективных во взаимодействии с Китаем.

Если учитывать, что Китай и Индия сейчас развиваются наиболее динамично, научное сотрудничество с этими странами имеет хорошие перспективы, в том числе в рамках БРИКС.

#### — Какие программы РФФИ поддерживает в БРИКС?

— В 2016 г. был проведен пилотный конкурс Рамочной программы БРИКС по науке, технологиям и инновациям, который организовали восемь финансирующих науку организаций из пяти стран содружества. Стоит отметить, что РФФИ принимал самое активное участие в формировании этой программы и фонду было

*Участники заседания международного научного совета программы ERA.Net RUS PLUS, организованного РФФИ и Германским центром авиации и космонавтики (DLR). Бонн, март 2015 г. (вверху).*

*Подписание договора между РФФИ и БРФФИ. Председатель совета РФФИ академик РАН В.Я. Панченко (слева) и председатель научного совета БРФФИ академик НАНБ С.В. Гапоненко. Минск, май 2016 г. (внизу).*



Российско-британская научная сессия «Современная научная дипломатия: опыт России и Великобритании» 18–19 мая 2017 г., МГИМО (У) МИД, Москва. Организована РФФИ и Лондонским королевским обществом.

доверено выполнять функции секретариата конкурса. Конкурс проводился по десяти приоритетным направлениям, закрепленным в декларациях по научно-техническому сотрудничеству БРИКС, затрагивающих науки о жизни, энергетику, новые материалы, космические исследования и другие важные области исследований.

По результатам конкурса было поддержано 26 проектов, в которых принимают участие научные группы не менее чем из трех стран сотрудничества. Российские ученые вошли в 22 таких исследования, из них 13 выполняется при поддержке РФФИ. Один проект — «Высокоскоростные процессы перераспределения энергии между подсистемами твердых тел в окрестности фазовых переходов при импульсном воздействии внешних магнитных полей» — будет реализовываться учеными пяти стран. Задача исследования — восполнить пробел в современных знаниях о фундаментальных свойствах магнитных материалов.

**— А есть ли подобные программы с другими регионами?**

— Сейчас в мире все активнее развивается именно многосторонний подход к международному сотрудничеству, в том числе в области науки. Одним из важных этапов такого сотрудничества для фонда стала совместная программа научных организаций стран G8, запущенная в 2010 г. Это была первая крупная международная программа РФФИ, когда на исследования выделялись значительные для того времени суммы — 3–4 млн руб. Тогда страны G8 провели три совместных конкурса: по эксафлопным вычислениям, по новым материалам и по водной тематике.

Сегодня РФФИ участвует в программе сотрудничества со странами Восточной Азии — *e-Asia JRP*. В этом регионе сосредоточены одни из самых динамично развивающихся экономических систем мира и уже сейчас есть возможности для проведения исследований в перспективных областях, например, медицины и биотехнологий. Для российских ученых страны Восточной Азии интересны еще и своими уникальными природными зонами и иными



условиями, изучение которых в нашей стране не представляется возможным. В следующем году во Владивостоке фонд принимает годовое собрание этого объединения.

Ключевой для России регион — Арктика. Фонд активно участвует в различных программах, нацеленных на этот регион. По линии международного сотрудничества это арктические исследования, поддерживаемые по двусторонним конкурсам с Финляндией и Норвегией. В многостороннем формате — в рамках Бельмонтского форума. Сейчас прорабатывается второй арктический конкурс в рамках этого объединения, предварительную заинтересованность выразили организации из всех стран Арктического совета. РФФИ и здесь работает самым активным образом и имеет статус координатора инициативы.

Но наиболее активное многостороннее сотрудничество у нас, безусловно, исторически идет в европейском направлении.

**— Вы имеете в виду ERA.Net RUS и другие программы ERA-NET?**

— Да, РФФИ фактически стал первопроходцем для российских организаций в вопросах использования инструмента ERA-NET, призванного стимулировать интеграцию европейского исследовательского пространства. Начало этому было положено в 2003 г., когда РФФИ вместе с коллегами из балтийского региона начал осуществлять программу BONUS. Программа была посвящена экологии

Балтийского моря. Уже в 2007 г. был проведен первый многосторонний конкурс в рамках ERA-NET с участием РФФИ.

Как пример финансирования крупных проектов можно отметить программу ASPERA, направленную на поддержку исследований в области космических частиц. По итогам конкурса ASPERA-2, который был объявлен в 2012 г., поддержку получили два проекта с российским участием. Вклад РФФИ составил тогда около 500 тыс. евро.

Безусловно, флагманом соединения научных пространств России и ЕС выступает инициатива ERA.Net RUS. Это была первая программа, в которой приняли участие сразу несколько российских финансирующих организаций. В 2011 г. был проведен первый конкурс исследовательских проектов с участием 18 организаций из 11 стран, Россию представляли РФФИ, РГНФ и РАН. Фонд по итогам конкурса поддержал девять проектов. В 2013 г. поддержку получило продолжение инициативы — программа ERA.Net RUS Plus, которая активно действует и сегодня. Под эгидой программы в 2014 г. был объявлен масштабный конкурс исследовательских проектов с участием 22 финансирующих науку организаций, дополнительно проводился конкурс по инновационной линии.

В 2017 г. фонд профинансировал 32 проекта, поддержанных по итогам того конкурса, выделив почти 53 млн руб. Гранты на исследования

Самым успешным в истории фонда по направлению MegaScience было сотрудничество с CERN. Фонд финансировал исследования российских ученых на протяжении шести лет, в том числе участников коллабораций ATLAS и CMS, то есть тех ученых, которые открыли на Большом адронном коллайдере бозон Хиггса

получили проекты по следующим направлениям: новые материалы и нанотехнологии, здоровье, окружающая среда, социогуманитарные исследования. В этом году проводится очередной конкурс, к традиционным для данной программы четырем направлениям добавлена поддержка исследований в области искусственного интеллекта и робототехники.

— **Программа ERA.NET RUS также участвовала в проведении Года науки Россия — ЕС?**

— Да, среди мероприятий открытия Года науки Россия — ЕС, который проводился с ноября 2013 по ноябрь 2014 г., были два мероприятия, которые фонд проводил совместно с нашими российскими и немецкими коллегами как раз в рамках инициативы ERA.Net RUS. Одно мероприятие прошло в МГУ им. М.В. Ломоносова — конференция «Тенденции развития российско-европейского сотрудничества в научно-технической и инновационной сфере», другое — в Дипломатической академии МИД России.

Фонд активно участвовал в проведении года науки и за рамками программы ERA.Net RUS. В течение года было проведено два двусторонних мероприятия с нашими зарубежными коллегами. Здесь хотелось бы отметить российско-германский семинар «Сотрудничество РФФИ —

Объединение им. Гельмгольца: опыт, решения, перспективы» и мероприятие, организованное совместно с CNRS: российско-французский круглый стол «Опыт поддержки фундаментальных исследований в рамках международных ассоциированных лабораторий и международных научных объединений (МАЛ/МНО)».

— **На Западе сейчас много обсуждают так называемые проекты MegaScience. РФФИ участвует в их финансировании?**

— Фонд не занимается финансированием непосредственно строительства объектов научной инфраструктуры класса MegaScience, задача фонда — поддержка исследований. Мы финансируем исследования, которые осуществляются на крупных исследовательских инфраструктурах, их можно условно назвать предварительными исследованиями для работы на установках класса MegaScience. Это могут быть, например, теоретические работы или отработка теории в экспериментах меньшего масштаба для их первичной проверки. Самым успешным в истории фонда по этому направлению было сотрудничество с CERN. Фонд финансировал исследования российских ученых на протяжении шести лет, в том числе участников коллабораций ATLAS и CMS, то есть тех ученых, которые открыли

Визит делегации  
Вьетнамской академии  
наук и технологий в РФФИ.  
Москва, март 2017 г.







на Большом адронном коллайдере бозон Хиггса. В качестве действующей программы можно отметить сотрудничество РФФИ с Европейской молекулярно-биологической лабораторией, когда фонд предоставляет возможность нашим ученым использовать исследовательскую инфраструктуру этой организации.

Эксперты РФФИ также участвуют в обсуждениях развития проектов *MegaScience*. Например, представители РФФИ входят в научный совет программы *CREMLIN*, которая координируется НИЦ «Курчатовский институт» совместно с Немецким синхротронным центром *DESY*, и участвуют в отдельных мероприятиях этой инициативы.

Во время рабочих визитов к нашим зарубежным партнерам делегации фонда не раз посещали площадки крупных исследовательских инфраструктур, например *ESRF* во французском Гренобле, *DESY* в немецком Гамбурге или *ELI* в венгерском Сегеде, для изучения вопроса, как подготовить наших ученых к участию в проектах, которые могли бы выполняться на этих объектах. Безусловно,

не стоит забывать и об установках класса *MegaScience*, которые строятся в России. РФФИ прорабатывает различные варианты, как наиболее эффективно содействовать интернационализации исследований, которые будут проводиться на отечественной инфраструктуре.

**— Помимо грантов на исследования РФФИ поддерживает научные мероприятия?**

— Фонд выдает гранты на проекты по организации научных мероприятий в России. Такие мероприятия могут быть организованы по линии как научных направлений, так и международного сотрудничества. Во втором случае РФФИ финансирует организационно-технические расходы, связанные с проведением мероприятия в России, а наш зарубежный партнер — расходы по участию иностранных ученых в мероприятии или софинансирует мероприятие иным образом.

Раньше РФФИ выдавал тревел-гранты ученым с целью посещения научных мероприятий. Тревел-гранты были очень популярны в научном сообществе. В отдельные годы

*Визит делегации издательства Springer Nature в РФФИ. Апрель 2017 г.*

Российско-китайская научная сессия, приуроченная к 20-летию сотрудничества РФФИ и Государственного фонда естественно-научных исследований КНР. ДВФУ, Владивосток, июнь 2015 г.

фонд выдавал около 2 тыс. таких микрогрантов. Но несколько лет назад от такой практики было решено отказаться. Основных причин две. Первая: если 15 лет назад мы выдавали грант в размере 200 тыс. руб., а поездка стоила 30–50 тыс., то две поездки на конференцию могли съесть половину исследовательского гранта. Сейчас если мы выделяем гранты в размере 1–2 млн руб., из которых ученые могут свободно потратить деньги на зарубежную поездку, такие затраты не окажут существенного влияния на бюджет исследования. Вторая причина — очень большая административная нагрузка для аппарата фонда и экспертного сообщества, ведь проведение экспертизы такого микрогранта мало чем отличалось по затратам от работы с полноценным проектом, что в нынешних условиях делает ее нецелесообразной.

При этом РФФИ не только выделяет гранты на проведение конференций, но и активно участвует в их организации.

— **Какие именно мероприятия проводит фонд?**

— Например, конференции или семинары, приуроченные к юбилею сотрудничества с зарубежными партнерами. Так, в 2015 г. при поддержке фонда в Дальневосточном федеральном университете во Владивостоке прошла совместная научная конференция с Государственным фондом естественно-научных исследований Китая, посвященная 20-летию сотрудничества. В том же году в Москве состоялись «совместная юбилейная научная конференция с Немецким научно-исследовательским обществом *DFG* в честь 20-летия сотрудничества и аналогичная юбилейная конференция с Японским обществом содействия науке (*JSPS*), посвященная десятилетию сотрудничества с этой организацией. В прошлом году в Ханое было мероприятие, приуроченное к десятилетию сотрудничества с Вьетнамской академией естественных наук. В этом году мы отмечали десятилетие установления отношений с Департаментом науки и технологии Правительства Индии и десятилетие сотрудничества с монгольскими коллегами.





В следующем году РФФИ будет принимать форум Глобального исследовательского совета (GRC) — неформального объединения фондов разных стран, финансирующих научные исследования, которые распределяются по региональному признаку — Европа, Америка, Азия, Африка, Ближний Восток

Развивающееся направление — проведение отчетных мероприятий, когда руководители проектов из обеих стран делают совместный доклад о результатах проведенных исследований. В основном такой формат используется при проведении юбилейных мероприятий, но бывает, что они проводятся и без привязки к круглой дате. Так, в прошлом году подобное мероприятие мы организовывали в Санкт-Петербурге совместно с Исследовательским советом Норвегии. Аналогичные мероприятия проводились и в рамках наших многосторонних программ. В дальнейшем планируем развивать такой формат, чтобы наглядно видеть результаты, полученные в ходе исследований на гранты фонда, к тому же такие мероприятия способствуют налаживанию международных горизонтальных связей внутри научного сообщества.

— **Какие еще направления планирует развивать РФФИ?**

— Такие направления можно назвать принципиально новыми. Только в этом году состоялись два таких мероприятия. Первое было посвящено проблемам, связанным с публикацией научных исследований. В нем принимали участие ученые из ключевых в мировой науке стран — США, Германии, Великобритании и др. Не секрет, что наличие зарубежных соавторов облегчает нашим ученым публикацию в ведущих мировых научных изданиях, такие статьи легче проходят рецензирование, кроме того это снимает вопрос о знании английского языка и другие проблемы.

Отдельного обсуждения заслуживает проблема использования принципов наукометрии, ориентированных на западные издательства, и развития отечественной системы оценки научных публикаций.

Второе мероприятие было посвящено научной дипломатии. Это дипломатический инструмент, позволяющий ученым способствовать решению важных международных проблем. Сегодня это актуальная тема не только для России. В этом году мы организовали первое такое мероприятие совместно с Лондонским королевским обществом на базе Московского государственного института международных отношений (МГИМО). Эта тематика будет в дальнейшем развиваться в научном сообществе.

В следующем году РФФИ будет принимать форум Глобального исследовательского совета (GRC). Шесть лет назад фонд выступил одним из его основателей. GRC — это неформальное глобальное объединение фондов разных стран, финансирующих научные исследования, которые распределяются по региональному признаку — Европа, Америка, Азия, Африка, Ближний Восток. В нем принимают участие в качестве приглашенных наблюдателей также представители ряда других международных научных объединений. Встреча пройдет в Москве в мае. Основных тем на повестке встречи будет две: «Научная дипломатия» и «Научная экспертиза». ■

**Беседовала Дарья Золотухина**







# «Грант РФФИ может получить даже студент»»

Российский фонд фундаментальных исследований всегда уделял внимание молодым ученым и поддерживал их. С 2012 г. в РФФИ началась целевая поддержка молодых исследователей — на гранты могут рассчитывать студенты, аспиранты, молодые кандидаты и доктора наук. В перспективе РФФИ планирует начать поддержку талантливых школьников, увлеченных наукой. О развитии молодежных проектов мы поговорили с начальником управления молодежных программ РФФИ **Ириной Александровной Журбиной**.

**ЯЗЫКОМ ЦИФР**

РФФИ ежегодно поддерживает около 4 тыс. проектов. Общая сумма финансирования в 2016 г. составила 1,8 млрд руб., в этом году — 2,048 млрд руб.

**— Ирина Александровна, почему РФФИ принял решение выделить поддержку молодежных научных исследований в отдельное направление?**

— В 2012 г. решением руководства страны РФФИ было выделено дополнительное финансирование в 2 млрд руб. именно на поддержку молодых ученых, то есть исследователей без степени и кандидатов наук в возрасте до 35 лет, либо докторов наук в возрасте до 39 лет.

РФФИ разработал и организовал специальные программы для молодых ученых. В 2012 г. было проведено четыре конкурса: поддержки молодежных конференций, поддержки стажировок, «Мой первый грант» и «Ведущие молодежные коллективы».

Мы ставили перед собой задачу не просто точно поддержать молодежь, но создать определенную модель, основанную на непрерывных конкурсах: студент — аспирант — научный сотрудник. Более того, планируем эту цепочку расширять. Сейчас обсуждается возможность запуска специальных конкурсов, нацеленных на выявление талантливых школьников, чтобы включить их в научное сообщество, в фундаментальные научные исследования. У РФФИ прошли встречи с представителями малых академий наук, которые расположены в Севастополе и Симферополе. В следующем году планируем проведение конференции, на которой обсудим, как можно организовать конкурсы для школьников.

**— В чем трудности?**

— Сложность организации конкурса со школьниками прежде всего в юридических аспектах, так как это еще дети. Нам нужно привлекать либо родителей, либо тех, кто может представлять интересы школьников.

Малые академии наук как раз можно рассматривать в этом качестве, поскольку там работают специалисты, которые могут представлять интересы юных исследователей. Поэтому в следующем году начнем с совместной конференции, а затем уже будем обсуждать соглашение о проведении конкурса.

**— Сколько сейчас конкурсов для молодых ученых проводит РФФИ?**

— Сейчас фонд проводит семь конкурсов для молодых ученых, которые находятся на различных ступенях профессионального и карьерного развития. РФФИ ежегодно поддерживает около 4 тыс. проектов. Общая сумма финансирования в 2016 г. составила 1,8 млрд руб., в этом году — 2,048 млрд руб.

Ранее мы принимали заявки только по естественно-научным направлениям. С 2016 г. произошла реорганизация, так как к РФФИ присоединился Российский гуманитарный научный фонд. Теперь наши возможности увеличились — мы принимаем заявки по гуманитарным и общественным наукам. У нас появилась также возможность поддерживать междисциплинарные проекты. Сейчас это направление особенно актуально, ведь границы между областями знания становятся все менее четкими.

**— На сколько грантов РФФИ может рассчитывать молодой ученый?**

— Наша задача — выявить талантливых ребят и поддержать на протяжении первых лет становления карьеры, создать некий лифт в большую науку за счет так называемых сквозных конкурсов. Все научные программы можно разбить на четыре этапа. Студенты, занимающиеся наукой, могут приехать на молодежную конференцию, которая проводится при поддержке РФФИ. А ежегодно при

*Наша задача — выявить талантливых ребят и поддержать на протяжении первых лет становления карьеры, создать некий лифт в большую науку за счет так называемых сквозных конкурсов*



поддержке РФФИ на территории России проводится около 250 молодежных мероприятий. Например, в прошлом году в них приняли участие около 46 тыс. ученых, из которых более 36 тыс. — именно молодые исследователи. Участие в конференции способствует включению молодых ученых в научное сообщество, обмену результатами исследований, налаживанию научных связей и созданию предпосылок для проведения совместных исследований.

На следующем этапе, а именно при подготовке диссертации на соискание ученой степени кандидата наук или *PhD*, молодой ученый может принять участие в конкурсе стажировок. Задача этого этапа — увеличение мобильности, создание задела для выполнения инициативных исследований. То есть если для завершения работы над диссертацией молодому ученому необходимы какие-то ресурсы, например доступ к оборудованию, которого нет в субъекте РФ, где работает или обучается молодой человек, можно подать заявку в РФФИ. Специалисты фонда проведут экспертизу. В случае положительного результата молодому ученому будут выделены средства на стажировку. Размер такого гранта фиксированный — 120 тыс. руб. в месяц, срок выполнения работ по проекту — от трех до шести месяцев на усмотрение заявителя. До 2012 г. в фонд подавалось менее 600 заявок на стажировки. В 2016 г. мы получили уже 1,5 тыс. заявок более чем из 100 городов России, из них свыше 520 были поддержаны.

При наличии у молодых ученых необходимого научного задела и публикаций в рецензируемых журналах возможности, предоставляемые РФФИ, существенно увеличиваются. Теперь молодой ученый может принять участие в конкурсах «Мой первый грант» и «Эврика! Идея» — это двухгодичные конкурсы, то есть полноценные научные проекты.



Задача фонда в этих конкурсах — не только финансовая поддержка молодежи, но и предоставление возможности получить ценный опыт самостоятельной постановки задачи, разработки плана исследований, выбора оптимальных подходов и методов для достижения ожидаемых результатов, выполнения проектов и выработке навыков руководства научными коллективами. Все проекты, допущенные к конкурсу, также проходят экспертизу, и руководители проектов могут ознакомиться с экспертной рецензией, понять, где были слабые стороны заявки, как можно улучшить проект.

В дальнейшем ребята могут участвовать в более серьезных конкурсах с более серьезным финансированием — например, в конкурсах правительства Москвы или ведущих коллективов. В 2015 г. был впервые проведен конкурс для молодых кандидатов и докторов наук, постдоков, как их еще называют.

**— Получается, что конкурс правительства Москвы — это уже узкоориентированные исследования?**

— Для молодых ученых у нас конкурсы очень гибкие и интересные. Если в 2012–2013 г. мы ограничивались стандартными грантами, то сейчас у нас есть международные,

### САМЫЕ АКТИВНЫЕ

По количеству заявок лидируют Москва, Московская область, Санкт-Петербург. В пятерке лидеров традиционно оказываются также Томск и Новосибирск. Так, на конкурс «Мой первый грант» в 2016 г. было подано более 1,5 тыс. заявок из столицы, из Петербурга и Новосибирской области — примерно по 450, из Томской и Свердловской областей — примерно по 300.

**ЯЗЫКОМ ЦИФР**

Ежегодно при содействии РФФИ на территории России проводится около 250 молодежных мероприятий. В прошлом году в них приняли участие около 46 тыс. ученых, из которых более 36 тыс. — молодые исследователи.

ориентированные фундаментальные научные исследования, региональные. Например, конкурс правительства Москвы — оригинальное сочетание регионального и молодежного конкурсов. Первая его задача — выявление и закрепление талантливых молодых ребят для работы в научных организациях, расположенных на территории Москвы. Вторая — выполнение проектов для решения проблем, которые имеют важное значение для социально-экономического развития столицы. Это, например, исследования по экологии, новым материалам для строительства, ЖКХ, разработке лекарственных средств и медицине. На конкурс правительства Москвы в прошлом году было подано 230 заявок, поддержаны — 100. За первый год выполнения проектов опубликовано более 400 работ, из них более 130 статей — в журналах, включенных в международные базы цитирования, подготовлено 195 статей.

**— РФФИ поддерживает ориентированные фундаментальные исследования. Для молодежных проектов это направление тоже актуально?**

— Мы, конечно, понимаем, что в России есть проблема: индустрия и наука сильно разнесены. И в этой связи у РФФИ есть несколько специальных конкурсов ориентированных фундаментальных исследований, которые мы проводим с нашими партнерами, например конкурс с ОАО «РЖД». Лучшие инициативы, полученные в рамках реализации проектов, затем могут найти практическое применение.

Кроме того, в 2015–2016 гг. прошел первый конкурс «Эврика! Идея», организованный совместно с Фондом поддержки научно-проектной деятельности студентов, аспирантов и молодых ученых «Национальное интеллектуальное развитие» (ФНИР). Его задача — дать возможность научным коллективам проверить нестандартные идеи, которые могут иметь практическую реализацию. Первые два года победители занимаются фундаментальными исследованиями. Затем пройдет экспертиза, будут

выбраны наиболее перспективные проекты с точки зрения их внедрения на практике. И далее их уже будет финансировать ФНИР.

**— Насколько активно молодые ученые участвуют в конкурсах РФФИ?**

— Хотя молодежные конкурсы довольно молодые по сравнению с другими проектами РФФИ (фонду в этом году исполняется 25 лет, а молодежным проектам, соответственно, пять лет), уже можно дать первые оценки программам по поддержке молодых ученых. Самым массовым конкурсом стал «Мой первый грант», в котором принимают участие те, у кого ранее отсутствовал опыт руководства научными проектами. Этот конкурс объявляется раз в два года. Впервые мы его провели в 2012 г. и тогда не могли даже предположить, что он вызовет такой интерес и станет нашим самым востребованным конкурсом: было подано более 5 тыс. заявок, были поддержаны более 2,5 тыс. проектов. В 2014 г. — уже почти 6 тыс. заявок, из которых гранты получили около 2 тыс. претендентов. В 2016 г. участников стало уже более 6,2 тыс., из них РФФИ поддержал более 2,3 тыс. Сейчас идет прием заявок, а поскольку теперь на конкурс могут быть представлены проекты по общественным и гуманитарным наукам, мы ожидаем более 8 тыс. заявок.

**— Вы ведете статистику, кто остается в науке, а кто после первого гранта, увы, нигде себя не проявляет?**

— Конечно же нам интересны научные успехи наших грантополучателей! И очень отраднo видеть, что уже сегодня около 1 тыс. молодых ученых, применив опыт участия в конкурсе «Мой первый грант», в дальнейшем смогли успешно конкурировать на общих условиях с более опытными «взрослыми» учеными и выиграть (будучи руководителями проектов) гранты конкурсов, в которых нет возрастных ограничений, — например, в нашем же конкурсе ведущих коллективов, где в качестве руководителей могут выступать молодые ученые, имеющие опыт руководства научными проектами.



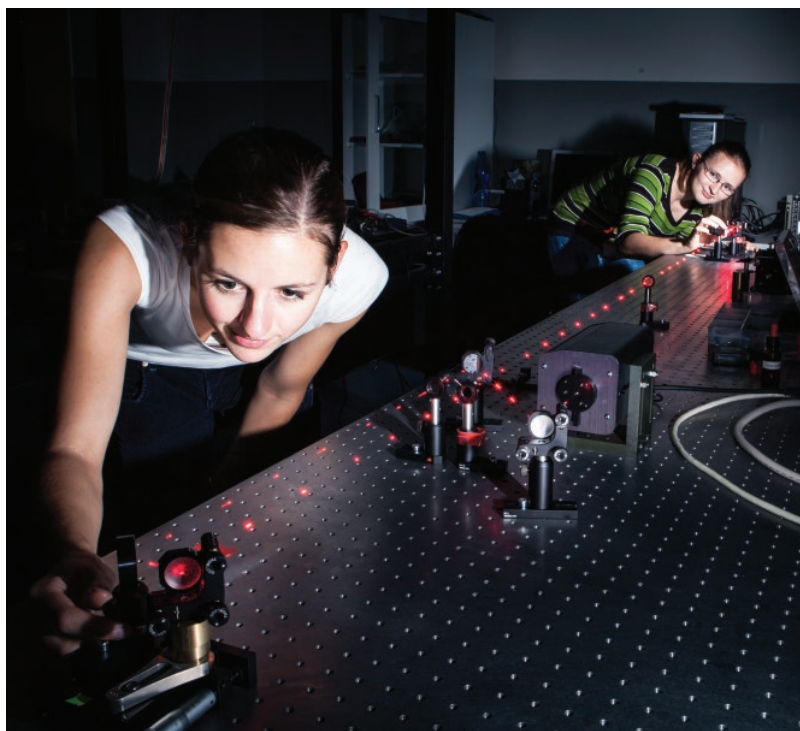
В прошлом году было 288 победителей, из них 114 ранее получили «Мой первый грант». то есть задача выполнена — они остались в науке, перевели свои исследования на следующий уровень.

Более того, наши грантополучатели регулярно становятся лауреатами самой престижной премии в России — премии Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых. Если посмотреть список победителей за последний, 2016 г., то все лауреаты были участниками исследований, получивших поддержку РФФИ, более того — шестеро из семи ранее руководили проектами, поддержанными по итогам молодежных конкурсов, в том числе конкурса «Мой первый грант».

**— Во многих научных организациях сегодня молодые ученые, которые хотят продолжить работу, сталкиваются с тем, что просто нет ставок. Поэтому приходится либо уезжать, либо отодвигать науку на второй план.**

— Действительно, есть такая проблема: аспиранты защищают диссертации, но потом не могут устроиться на работу, так как не хватает ставок в институте. Либо им могут предложить не самые большие деньги. Поэтому мы запустили конкурс постдоков, задача которого — содействие в трудоустройстве талантливых ребят. Участвовать в нем могут молодые кандидаты и доктора наук, защитившиеся в последние три года.

Впервые этот конкурс мы провели в 2015 г. Было подано 1,2 тыс. заявок, 600 проектов поддержаны. Фонд выделил гранты на три года в размере 1,7 млн руб. в год для молодых кандидатов наук и 2 млн руб. в год для молодых докторов наук — то есть чтобы средняя зарплата составляла не менее 70 тыс. руб. Победители такого конкурса могут три года работать и заниматься наукой, не ища при этом сторонние источники финансирования. Кроме того, никто им не запрещает сменить место работы: не обязательно трудиться там, где проходила защита. Молодой ученый может, допустим, прийти в организацию и сказать: у меня есть деньги,



есть идеи, и эти идеи проверены РФФИ, я хочу у вас работать — выделите мне рабочее место, позвольте пользоваться оборудованием, зарплата у меня будет за счет средств гранта; более того, у меня есть средства на компенсацию расходов организации, связанных с выполнением проекта. И в итоге возможно взаимовыгодное успешное сотрудничество, что подтверждают отчеты, представленные в РФФИ по итогам работы за первый год. Было опубликовано более 2,1 тыс. работ, из них более 800 статей в журналах, включенных в международные базы цитирования, подготовлено более 850 статей. При этом, по нашим данным, победители конкурса постдоков в основном остались работать в тех организациях, где они выполняли кандидатские или докторские работы, но есть и небольшой процент тех, кто уехал продолжать заниматься научной деятельностью в другие регионы РФ.

**— Откуда приходит наибольшее число заявок?**

— По количеству заявок лидируют Москва, Московская область, Санкт-Петербург. В пятерке лидеров традиционно оказываются также Томск и Новосибирск. Так, на конкурс «Мой

## ПРОГРАММЫ для МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

В 2012 г. решением руководства страны РФФИ было выделено дополнительное финансирование в 2 млрд руб. на поддержку молодых ученых: исследователей без степени и кандидатов наук в возрасте до 35 лет либо докторов наук в возрасте до 39 лет. Сейчас фонд проводит семь конкурсов для молодых ученых на различных ступенях профессионального и карьерного развития.



первый грант» в 2016 г. было подано более 1,5 тыс. заявок из столицы, из Петербурга и Новосибирской области — примерно по 450, из Томской и Свердловской областей — примерно по 300. Отчасти это обусловлено тем, что все еще есть стереотипы: ребята из регионов боятся участвовать в конкурсах. Но мы надеемся, что информации о грантах будет становиться все больше и регионы станут активнее участвовать в конкурсах.

В последнее время благодаря интернету, благодаря Skype у нас образуются коллективы из ребят, которые работают в разных организациях, регионах. Сейчас больше нет необходимости сидеть и работать в одной лаборатории — молодые легче воспринимают все эти новинки, они более мобильны, энергичны.

Получается, что фонд может отслеживать активно работающих ученых, которые участвуют в наших

конкурсах. А по заявкам мы можем видеть, какие в стране есть точки роста, где есть молодежная наука, куда молодые ученые проезжают на стажировки, то есть в каких организациях есть хорошая база для исследований.

Более того, если смотреть по возрастному составу ученых, несколько лет назад был провал в группе 35–55 лет, поскольку после защиты диссертаций ученые уходили из науки. Сейчас, основываясь на наших данных, можно сказать, что тенденция меняется.

**— Какие темы сегодня интересуют молодых ученых?**

— Все конкурсы можно разделить на две группы: инициативные по всем классификаторам — физика, химия и т.д., и тематические. Фонд анализирует те проекты, которые подаются на конкурсы, и определяет тематики, которые сейчас наиболее

*Фонд может отслеживать активно работающих ученых, участвующих в наших конкурсах. А по заявкам мы можем видеть, где есть молодежная наука, куда молодые ученые едут на стажировки, то есть в каких организациях есть хорошая база для исследований*



актуальны, по ним объявляется отдельный конкурс. То есть РФФИ проводит мониторинг развития науки в стране, формирует механизмы стимулирования развития определенных направлений.

В науке сейчас постоянно происходят изменения, появляются новые проекты, направления исследований, которых не было раньше. С этой точки зрения фонд за 25 лет набрал очень хорошую статистику. Ежегодно нам поступает более 20 тыс. заявок. Наиболее активно молодые ученые занимаются исследованиями, лежащими в следующих областях: «Нано- и микроструктуры», «Синтез, строение и реакционная способность органических соединений», «Фундаментальные основы создания новых металлических, керамических и композиционных материалов», «Молекулярная и клеточная медицина», «Экология биосистем».

Можно делать также различные аналитические срезы, например региональные. Из Москвы максимальное число заявок от молодых ученых приходит по биологии (27%), из Свердловской области — треть заявок по химии, Нижегородская область — почти 40% заявок по физике, из Томской области — 23% по инженерным наукам, в Приморском крае молодые исследователи больше всего интересуются биологией и науками о Земле — по 28% заявок приходится именно на эти направления.

**— Какие изменения вы можете отметить?**

— В целом по стране наиболее активно проводятся исследования по биологии, химии и физике. В последнее время идет постоянное повышение интереса к инженерным наукам и информационным технологиям.

**— Как получить грант РФФИ?**

— Один из наших принципов — принцип открытости, поэтому вся информация размещается на сайте: требования, критерии, сроки, список всех поддержанных проектов, всех поданных заявок. Первое, что нужно исследователю претенденту на грант, — сайт РФФИ: посмотреть, какие программы у нас проводятся, соответствует ли он этим требованиям. Это

очень важный момент, так как конкурсов сейчас несколько, есть из чего выбирать.

Более того, РФФИ проводит семинары, представители фонда вступают на конференциях, рассказывают о наших программах.

**— Как проходит экспертиза проектов?**

— У нас многоступенчатая система экспертизы. Все поданные на конкурс РФФИ проекты отправляются экспертам. У нас своя экспертная база, куда входят более 3,5 тыс. ведущих ученых, докторов наук. Чтобы избежать конфликта интересов, мы не направляем проект специалистам, которые работают в той же организации. Кроме того, рассылаем заявки по разным регионам, городам. В зависимости от вида конкурса проводится от одной до трех экспертиз.

Полученные результаты собираются и обсуждаются на заседании секции экспертного совета, затем на экспертном совете. Это постоянный орган, в котором с определенной периодичностью происходит кадровая ротация — меняются и председатель, и члены совета. Потом все результаты утверждает бюро совета фонда.

Вся цепочка занимает где-то два-четыре месяца — от момента начала экспертизы до утверждения результатов бюро совета фонда. Финальное заключение на проект открыто соискателям, поскольку одна из миссий РФФИ — еще и обучение ученых написанию заявок. Так, даже в случае отказа в гранте аспирант или грантозаявитель может посмотреть, где были допущены ошибки, как усилить свою работу, в каком направлении развить идею. Не секрет, что каждый ученый сталкивался с кризисом, когда возникал вопрос: насколько актуально мое исследование? Сопоставим ли оно с мировым уровнем? Экспертное заключение РФФИ как раз и дает такую возможность — получить независимую оценку специалистов. По моим наблюдениям, многие, кому один раз отказали в гранте, подают заявки на следующий год и получают финансирование, так как смогли провести хорошую работу над ошибками. ■

## ГРАНТЫ

### НА СТАЖИРОВКУ

Размер гранта на стажировку фиксированный — 120 тыс. руб. в месяц, срок выполнения работ по проекту — от трех до шести месяцев на усмотрение заявителя. До 2012 г. в фонд подавалось менее 600 заявок на стажировки. В 2016 г. поступило уже 1,5 тыс. заявок более чем из 100 городов России, из них свыше 520 были поддержаны.

*Беседовала Дарья Золотухина*

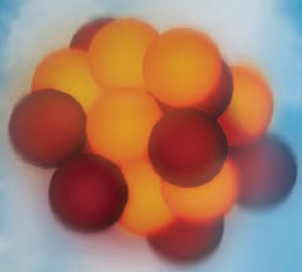
# «Низкий поклон всем, кто поверил в нас...»

Сначала несколько фрагментов из наших предыдущих встреч с академиком **Юрием Цолаковичем Оганесяном**. Так случилось, что я стал свидетелем того, как группа ученых и специалистов под руководством Ю.Ц. Оганесяна осуществила прорыв в мировой науке. Итак, несколько шагов к открытию...

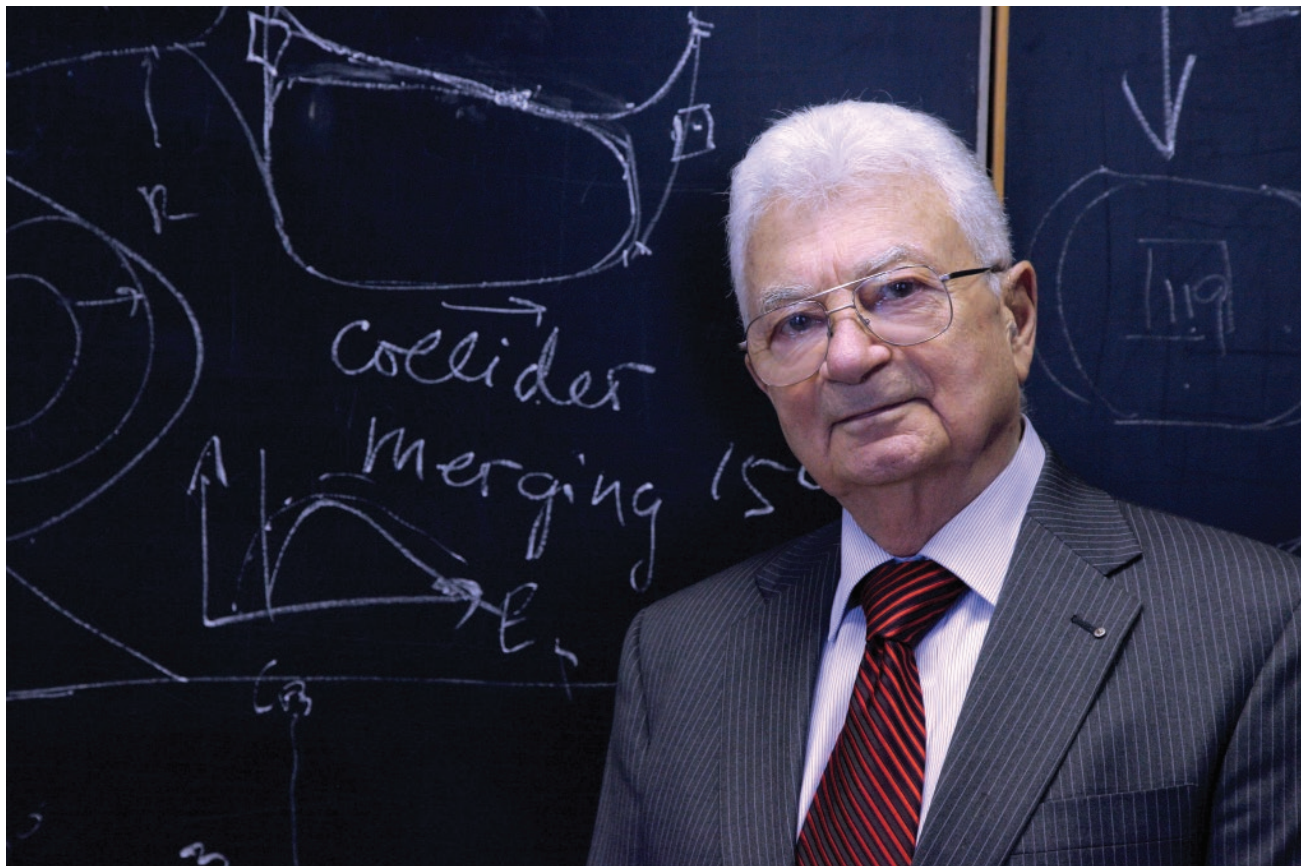


106  
Seaborgium  
Sg

104  
Rf  
Rutherfordium



118  
Og  
Oganesson



Научный руководитель  
Лаборатории ядерных реакций  
им. Г.Н. Флерова в ОИЯИ  
академик Ю.Ц. Оганесян

104 Rf  
Rutherfordium

105 Db  
Dubnium

## Шаг первый

«В Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова, когда речь идет о трансурановых элементах, любят приводить такое сравнение: плывет по безбрежному океану корабль, ведомый физиками Дубны, и находит неведомые острова. Капитан первым сходит на берег, осматривается вокруг и, когда понимает, что остров неизвестный, объявляет о новом открытии и дарит ему название. Так поступали великие мореплаватели прошлого, и появились на планете острова Кука, проливы Лаперуза и Беринга, и даже целые континенты — та же Америка.

Открытие новых элементов мне напоминает эпоху Великих геогра-

фических открытий. Вот почему образ корабля физиков близок и понятен.

Всего в Дубне открыто несколько новых элементов.

Сначала на капитанском мостике стоял Г.Н. Флеров — основатель и директор Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований.

Потом его сменил верный ученик и последователь Ю.Ц. Оганесян — нынешний научный руководитель лаборатории.

Именно этим двум ученым обязана наша страна тем, что мы не уступаем первенство в данной области современной физики».





Два варианта. Или до чего-то не дотягиваешься, или оно не существует. Мы как-то решили, что нет, скорее всего, не дотянулись. Надо делать по-новому. Эксперимент придется очень сильно усложнить. И идти другим путем...

## Шаг второй

«— Первый остров сверхтяжелых был предметом долгих мучений многих ученых во всем мире. Надо было понять, есть ли он в действительности. То, о чем говорят как о теоретическом предвидении, а я формулирую как рабочую гипотезу, появилось в 1969 г. После этого все бросились искать сверхтяжелые элементы. Их искали в космосе, на Земле. Попытались синтезировать с помощью мощных ядерных реакторов, подземных ядерных взрывов, на ускорителях и т.д. К сожалению, ничего не удалось увидеть. Вполне естественно, что к 1985 г. — концу этого штурма — идея далекого острова окрасилась пессимистическими тонами.

**— Юрий Цолакович, физики потеряли надежду?**

— Два варианта. Или до чего-то не дотягиваешься, или оно не существует. Мы как-то решили, что нет, скорее всего, не дотянулись. Надо делать по-новому. Эксперимент придется очень сильно усложнить. И идти другим путем, использовать для синтеза совершенно другую реакцию. Но технически мы к этому были не готовы. Все, что у нас было наработано годами, не годилось. Надо было все создавать заново. А если учесть, что эти яркие идеи пришли в 1990-х гг., то можно представить, насколько все было сложно. Нетрудно представить, что эпопея, которая тянется 25 лет, с 1991 до 2016 г., всегда связана

с какими-то находками и потерями. Находки — это новые друзья. Мы нашли много людей, которые нам помогли.

**— Кто они?**

— Министры, даже губернаторы, научные сотрудники, коллеги и друзья в России, а потом и за границей, даже в Америке. Мы нашли многих, но и многих потеряли, пока добрались до заветного острова стабильности. Но это реальная жизнь.

**— Образно говоря, вы высадились на этом острове?**

— Да. В северо-западной его части, если смотреть на карте ядер. Мы открыли шесть элементов на этом острове. И они значительно стабильнее, чем элементы, которые вне этого острова. Это и есть основное предположение о том, как именно устроен мир тяжелых атомов.

**— И что это дает нам?**

— История науки всегда была связана с познанием того, как устроен окружающий мир, по каким законам движется, где границы существования материального мира и чем они определяются. И теперь мы можем сказать, что граница материального мира значительно дальше, чем мы предполагали, следовательно, элементов может быть больше, чем думали, скажем, 55 лет назад или ранее.

**— Это главный вывод?**

— Пожалуй, да. Это то, что принято называть фундаментальной наукой».



Георгий Николаевич Флеров (1913–1990) — физик-ядерщик, один из основателей Объединенного института ядерных исследований в Дубне. В честь Г.Н. Флерова 114-й элемент назван флеровием.



**(1)** Ю.Ц. Оганесян на совещании КПП **(2)** В лаборатории ядерных реакций **(3)** Ю.Ц. Оганесян и профессор Осакского университета Хидецугу Икегами, 1983 г. **(4)** Ю.Ц. Оганесян и В.Л. Аксенов, награжденные по случаю 40-летия ОИЯИ **(5)** Слева направо: Г.Н. Флеров, Ю.Ц. Оганесян и А.М. Балдин **(6)** Слева направо: Ю.Ц. Оганесян, С.П. Капица, И.Н. Иванов **(7)** Ю.Ц. Оганесян беседует с американскими физиками





## Шаг третий

«На заседании президиума РАН Ю.Ц. Оганесян сказал:

— Мы отправились в неведомый мир, где обнаружили много интересного. Я буду говорить о новых элементах. Их число может быть большим, чем то, которое мы учили в школе на уроках физики и химии.

После окончания его доклада один за другим слово брали очень известные в стране люди. Они делились своими впечатлениями о том, что услышали, — ведь они стали свидетелями великого путешествия, отчет о котором представил им академик Оганесян. Ведь речь шла об открытии новых элементов — 112-го, 114-го, 116-го и других».

Вот некоторые мнения тех, кто был в зале заседаний президиума РАН:

*Весной 2017 г. 118-й элемент менделеевской таблицы был назван «оганесон» — в честь академика Ю.Ц. Оганесяна. Это событие торжественно отметили и в Москве, и в Дубне.*



**Академик А.Ф. Андреев:**

«Я считаю, что это заседание историческое. Что важно? Область, которая в Дубне все эти годы развивалась и в которой они были лидерами, сейчас привела к отрогам того самого острова стабильности. Острова, к которому они шли много лет. Так что это не то открытие, которое завершает какую-то деятельность, а наоборот — это открытие, которое ведет вверх. И, безусловно, я в этом не сомневаюсь, мы будем свидетелями еще более выдающихся открытий в этой области».



**Академик Г.А. Месяц:**

«Думаю, можно поздравить автора доклада и флеровскую лабораторию с выдающимся результатом. Мы живем в непростое время, а потому очень сложно получить выдающийся результат, да еще экспериментальный, когда нужно было сделать ускоритель с рекордными параметрами. Я как человек, который занимается созданием ускорителей, знаю, что это такое. Это огромные деньги, гигантские трудности и все прочее. Низкий поклон ученым Дубны, всему коллективу института за то, что это сделано!»



**Академик О.М. Нефедов:**

«Одним из самых ярких открытий отечественной науки стало создание периодической системы химических элементов. И эта область переживает новое рождение. Получить выдающийся результат непросто, но еще сложнее получить признание мирового сообщества, которое, хотим мы или нет, в большой степени контролируется нашими коллегами за океаном, американскими учеными, научными организациями. Очень хотелось бы, чтобы приоритет российских ученых в этой области был не только признан, но и оценен по заслугам».

Взят

рубеж

104 Rf  
Rutherfordium105 Db  
DubniumОдин из ускорителей  
лаборатории

Нашу новую беседу с ученым я начал с вопроса:

— **Юрий Цолакович, история вашего открытия напоминает мне боевую операцию. Были и отступление, и разведка боем, и стремительное наступление. А сейчас затишье?**

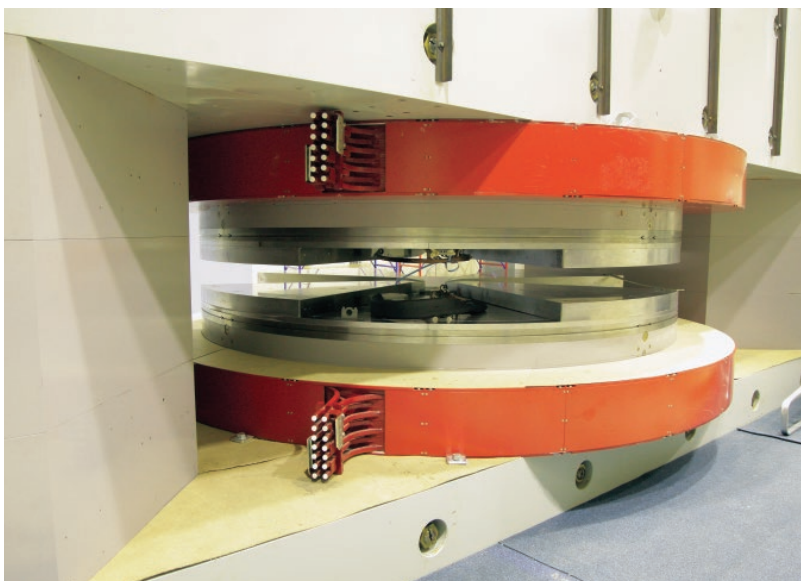
— У меня двойственное чувство. С одной стороны, взят какой-то рубеж, есть продвижение вперед, с другой стороны, видно, что еще идти надо очень далеко: открылись новые горизонты. Если пользоваться вашей терминологией, раньше шли бои на равнине, а потом поднялись на холм и увидели дали, куда еще надо идти и идти.

— **Есть разные премии, многие из них вы получали, но есть нечто особенное — таблица Менделеева. И в ней дубний, флеровий и, наконец, элемент, названный в вашу честь. Какое ощущение?**

— Вы называете имена знаменитых ученых. Лестно быть в такой компании, но обольщаться не стоит. Увековечивая память ученого в названии элемента после его жизни, мы тем самым показываем его роль и значимость в науке. Но в науке, да и не только в науке, принято давать названия также по имени открывателя. Как самолеты «Ту», которые создал А.Н. Туполев. В физике, например: «число Авогадро», «кривая Бернулли», «распределение Пуассона», «точка Кюри» и т.д. Что-то похожее имеет место и сейчас. Я долго, почти 60 лет, занимался синтезом и изучением свойств тяжелых элементов, поэтому и дали одному из них мое имя. Подобно тому как много лет тому назад 106-му элементу было присвоено имя лауреата Нобелевской премии профессора Гленна Сиборга, одного из соавторов открытия 106-го элемента. Но это вовсе не значит, что надо меня тут же поднимать на пьедестал.

— **Юрий Цолакович, из этой лаборатории, где мы сейчас сидим, 25 лет назад вы все выкинули, оставили только голые стены и начали все заново. Как вам удалось поставить такое принципиально новое оборудование? Где деньги нашли? Ведь это были 1990-е гг.!**

— Когда долго работаешь с каким-то прибором, пусть даже с таким большим, как ускоритель, нельзя становиться его рабом. Нельзя думать: «А какую я мог бы физику сделать на этом ускорителе?» Эта физика не должна зависеть от ускорителя. Поэтому если прибор устарел, его надо убрать. Если можешь построить новый, построй. Не можешь построить? Езжай туда, где это можно сделать. Только не наоборот! Средство никогда не должно быть целью. Академик Л.А. Арцимович, известный экспериментатор, говорил так: «Есть у вас прибор, и вы хотите, чтобы он был лучше, ну, скажем, в два-три раза, начинайте его выливать. Здесь улучшить, там улучшить — по 10–15–20–40%, и вы наберете десятку. Представьте, прибор может стать лучше в десять раз! Но если вам нужен прибор, который должен быть в 100 раз лучше, вы





должны без сомнений существующий выкинуть и создать новый». Вопрос «вылизывать или выкидывать» все время стоит. Я считаю, что с машинами, которые вокруг нас сейчас, дальше идти не стоит.

— **Л.А. Арцимович жил в Советском Союзе, занимался атомным проектом, у него не было проблем с деньгами. А вы попали совсем в иное время.**

— Это было тяжелое время не только в науке, но и в стране.

— **Откуда же деньги?**

— Мы очень сильно сократили тематику работ. Когда я стал директором, то, скажу откровенно, думал не столько о сценарии будущего, сколько о сценарии конца. Один вариант был такой — тебе говорят: «Все, лаборатория закрыта, там все выключено». А второй вариант: «Иди и делай что-то, если можешь». Ну а когда второй вариант, ты, естественно, должен выбрать самое главное. Действительно, все было очень сложно. Главное для меня, что мне поверили, и я очень благодарен своим товарищам по работе за то, что они пошли со мной дальше. И мы в качестве основной цели взяли самую сложную задачу. До нас попытки синтеза сверхтяжелых элементов делались во всем мире — и ничего не получалось. И у нас тоже не получалось. А сейчас мы попробуем еще раз. Не спрашивайте меня, почему надо было лезть на рожон именно в это сложное время... Мы быстро поняли: все, что у нас есть, надо выбрасывать, хотя на тот момент некоторые приборы были лучшими в мире. Денег нет, а надо выбрасывать приборы и делать новые. И мы начали

делать. В результате семилетней работы в этих непростых условиях мы подняли чувствительность наших экспериментов в 100 раз! И только тогда появился свет в конце тоннеля.

— **А деньги где взяли?**

— Это хороший вопрос. Ответ, быть может, покажется странным. Но к кому бы я ни обращался, почти всегда чувствовал, что меня понимают и мне хотят помочь. Вместе с моим заместителем и соратником М.Г. Иткисом напросились на прием к замминистра Минатома В.Б. Иванову. Без всяких вступлений объяснили ему, что есть у нас идея, как синтезировать сверхтяжелые элементы, а денег нет. И не только денег. Нет у нас изотопов трансурановых элементов, которые нарабатываются на высокопоточных ядерных реакторах, нет редкого и безумно дорогого изотопа кальция-48, который мы намерены ускорять до скорости света, примерно равной 0,1 скорости света, нет даже электроэнергии для включения ускорителя на длительные экспозиции. Но мы, видите ли, очень воодушевлены! И замминистра не стал нас спрашивать, а позвонил в Димитровград и сказал: «Все трансурановые материалы, которые у нас есть, никуда не отдавать, будем получать сверхтяжелые элементы». Потом повел меня к министру. Написали по его указанию письмо зампреду Совмина и получили грант. И этот грант мы получали много лет. Каждый раз это были не деньги, а изотопы для изготовления мишеней, пресловутый кальций-48, купоны на электроэнергию. Все, что нарабатывали в Минатоме в течение многих лет, дали нам. Это

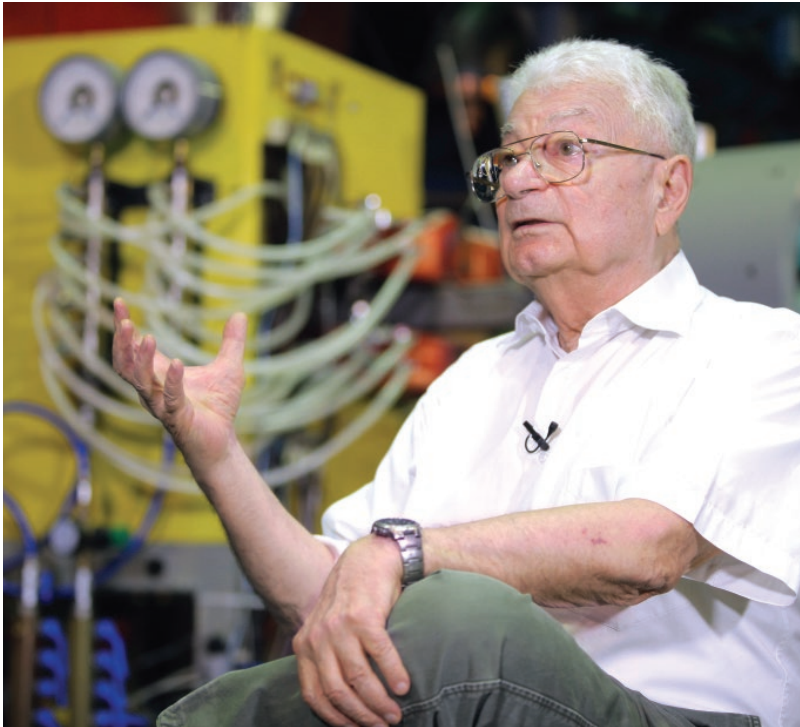


Сотрудники Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова в Дубне с 1960-х гг. успешно синтезируют трансурановые элементы. Здесь были получены элементы с 100-го по 108-й, сверхтяжелые элементы с атомными номерами со 112-го по 117-й и самый тяжелый на сегодня 118-й элемент.

106 Sg  
Seaborgium

107 Bh  
Bohrium

Само существование в нашей стране фонда фундаментальных исследований — великая вещь. Я не знаю, есть ли такие государственные фонды в других странах. Наверное, есть. В мире фондов очень много. Но Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) — солидное учреждение, и мы испытываем к нему должное уважение, прежде всего за поддержку лучшего, что есть в нашей науке



Ю.Ц. Оганесян в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова ОИЯИ

незабываемо! Нас это очень морально вдохновило, и мы поверили в свои силы. Здесь надо пояснить, что для изготовления нейтронно-избыточных изотопов искусственных трансурановых элементов используются ядерные реакторы с высокой плотностью потока нейтронов. Таких реакторов в мире два: один у нас в Димитровграде (Ульяновская область), другой — в США, в Ок-Ридже (штат Теннесси).

Для того чтобы не перекладывать на плечи наших коллег из Димитровграда все наши потребности по мишенным материалам (у них ведь тоже в это время была нелегкая жизнь), я набрался смелости и поехал в Америку, сначала в Калифорнию, в Ливермор, позднее в Ок-Ридж, где расположены национальные лаборатории Министерства энергетики США, с предложением о сотрудничестве в подготовке и проведении экспериментов в Дубне, нацеленных на синтез сверхтяжелых элементов. Разговор простой: мы намерены впервые в мировой практике получить интенсивный пучок кальция-48, а у вас есть мишенные материалы. Они сразу согласились, переговоры заняли буквально 15 минут. Уже более 20 лет мы работаем

вместе. Когда я несколько глубже соприкоснулся с организацией американской науки, я понял, что у них такие прорывные задачи в самом начале финансируются не столько из бюджета, сколько по грантам, выделяемыми различными фондами. И это дает огромный эффект! Действительно, при составлении бюджета, даже всего на год, никогда не угадаешь, куда заведет тебя запланированное научное исследование. Если пользоваться сравнением с военными действиями, то помимо регулярных армий нужны подразделения быстрого реагирования. Если что-то пойдет не так, нужно быстро повернуть, может быть даже развернуться на 180°. Ведь идешь в неизвестное и поэтому не очень-то знаешь, что тебя ждет.

**— Именно фонд позволяет быстро реагировать?**

— Конечно. Фонд предоставляет такую возможность. Он дает грант, и ты волен распоряжаться средствами, нет никаких бюрократических барьеров. Это особенно важно в тот сложный период, когда и бюджет-то был тощим. Другая сторона — это престиж твоего дела. Если у тебя помимо бюджета есть еще грант, это значит, что ты делаешь нечто очень интересное. Ведь людей из фонда, в совет которого входят известные ученые страны, никто не заставляет давать гранты. Они даются только в том случае, если есть что-то новое, интересное.

**— По-моему, в вашем случае второе работало в полной мере?**

— Да. Собственно, сам эксперимент по синтезу 117-го элемента мы вели на полученный нами большой грант Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Из этих денег, например, мы доплачивали также нашим сотрудникам, которые работали круглосуточно в течение почти полугода.

Мы должны пользоваться любой возможностью для реализации своих идей. Нас не оставили без внимания и губернаторы Московской области. Целевой грант губернатора Б.В. Громова позволил нам создать за полтора года и запустить новый сепаратор сверхтяжелых



ядер, который по сей день работает на пучке тяжелых ионов. Грант действующего губернатора А.Ю. Воробьева был нацелен на проведение опытно-конструкторских работ и ряда исследований для создания программы дальнейшего развития работ по синтезу сверхтяжелых элементов. Программа создана, идет строительство новой лаборатории с новым ускорителем, который мы намерены запустить в первой половине следующего года.

— **Но все-таки «артподготовка» была связана с РФФИ?**

— Безусловно.

Как я говорил в начале нашей беседы, эти сверхтяжелые элементы в течение 20 лет пытались синтезировать почти во всех крупных лабораториях мира, где были ускорители тяжелых ионов. Не получили. Мы ведь тоже одни из первых совершили попытку в 1970-х гг. И тоже не получили. Хотя и трудно теперь поверить, что удалось, но из наших результатов прямо следует, почему раньше не получалось, да и не могло получиться.

— **А почему удалось сейчас?**

— Два обстоятельства. Во-первых, мы «отреклись от старого мира», то есть накатанный путь отбросили в сторону и решили пойти новым. Но чтобы встать на этот сложный путь, надо было технически дозреть. Хорошо, что теперь все получилось — сверхтяжелые открыты, остров стабильности есть. Это показано результатами наших экспериментов, которые потом в течение семи лет проверялись всеми лабораториями мира, работающими в этой области. Но это уже в прошлом. А чтобы идти дальше, нужно, как мне кажется, найти ответ на один вопрос. Мы вели свои эксперименты 15 лет. Все 15 лет ускоритель круглосуточно работал на эту задачу. Насколько эффективнее пошла бы наша работа, если бы мы начали эти эксперименты сейчас? Тогда на одну ладонь мы должны положить все то, что знаем теперь о сверхтяжелых элементах, а на другую — весь научно-технический прогресс в смежных областях науки и техники: в физике плазмы, ускорительной технике,

химических технологиях, детекторных устройствах, компьютерах, программах и пр.

— **И что в результате?**

— Если сложить содержимое на обеих ладонях, получим «фактор 100». то есть спустя 15 лет все можно делать в 100 раз быстрее! Кажется невероятным. Но это и есть пульс жизни, это темп развития событий и это никогда не стоит забывать. В своем выступлении на ученом совете я сказал, что за эти 15 лет мы создали прекрасный экспериментальный комплекс, кажется, лучший в мире. Но чтобы двигаться дальше, надо его оставить и строить новый.

— **Вас поддержали?**

— В следующем году запустим новый ускоритель.

— **И вновь банальный вопрос: деньги откуда?**

— Ученый совет ОИЯИ проголосовал за это.

— **Это одна линия финансирования.**

— А дальше начинается жизнь — гранты, фонды. И, конечно, люди, которые должны работать день и ночь. Это жизнь. И здесь никто не виноват, мы сами себе такую жизнь выбрали...

— **Как вы считаете, эксперты фонда по физике дадут вам добро на дальнейшую работу и поддержат вас?**

— Мне кажется, дадут и поддержат. Там коллеги, они поймут нас. Хотя и сам отлично понимаю, что в других области физики тоже есть успехи и интересные идеи, а средств мало. Поэтому не имею права говорить: «Дайте мне, а не ему». Как решит совет фонда, так и будет. Но хочу сказать, что само существование в нашей стране фонда фундаментальных исследований — великая вещь. Я не знаю, есть ли такие государственные фонды в других странах. Наверное, есть. В мире фондов очень много. Но Российский фонд фундаментальных исследований — солидное учреждение, и мы испытываем к нему должное уважение, прежде всего за поддержку лучшего, что есть в нашей науке. ■

**Беседовал Владимир Губарев**



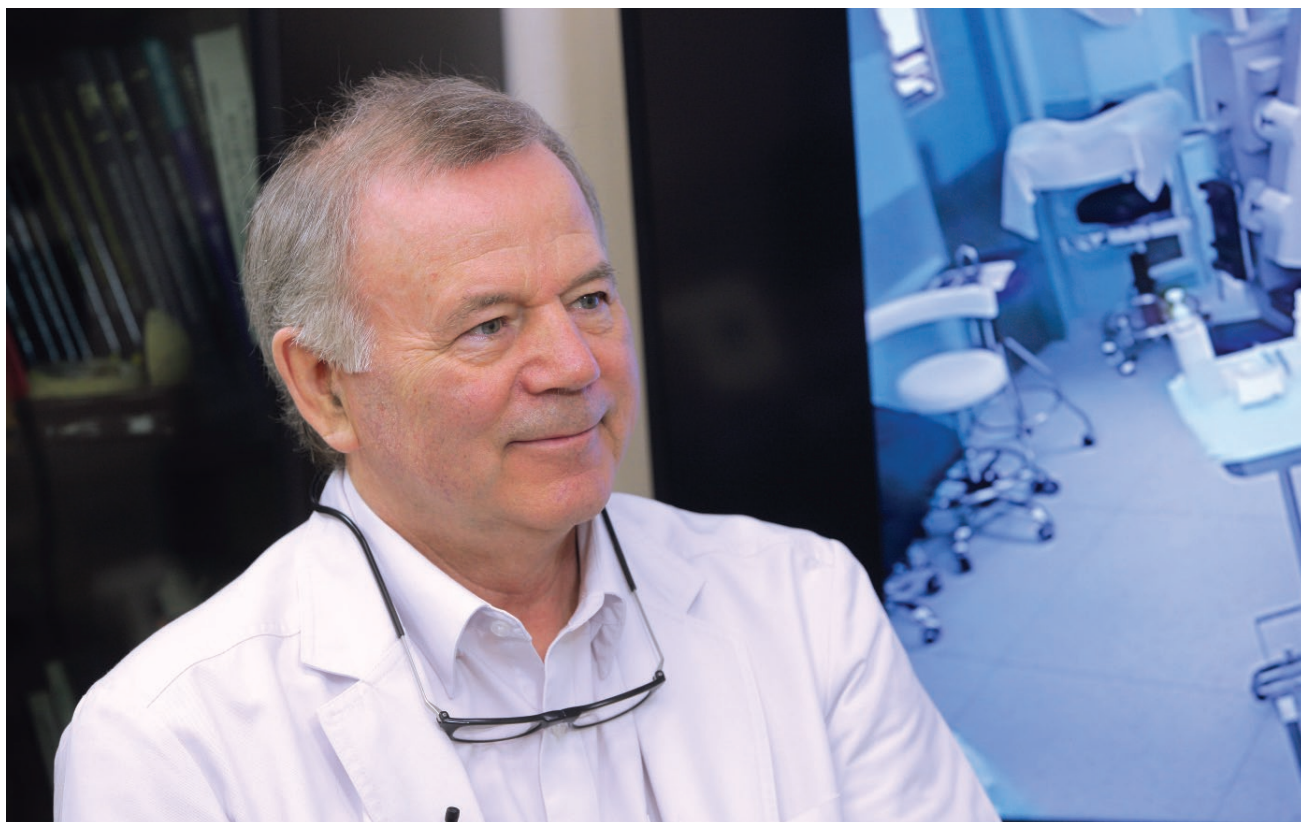




# У каждого из нас своя Вселенная

По договоренности между Союзом журналистов РФ и Российским фондом фундаментальных исследований в московском Доме журналистов каждую неделю проводятся «Научные среды», в которых участвуют известные ученые, лидеры в своей области, и рассказывают о последних достижениях отечественной науки и о том, как РФФИ способствует этим успехам.

Меня поразила встреча с учеными Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко. Директор центра академик **Александр Александрович Потапов** и его коллеги убедительно показали, насколько велик рывок в нейрохирургии. Через несколько дней я приехал в центр нейрохирургии. Для нашей беседы А.А. Потапов выделил время до начала его первой сегодняшней операции.



Директор Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко академик А.А. Потапов

— **У меня ощущение, что центр, где мы находимся и который вы возглавляете, — это ваша первая любовь, которая навсегда.**

— Верно. После института я пришел сюда в ординатуру и с тех пор не менял свой выбор, работаю уже очень много лет в одном и том же месте.

— **В медицине же возможности самые разнообразные, не так ли?**

— Еще в студенческие годы мне было очень интересно все, что связано с мозгом человека. Как он живет, как работает, как можно сохранить его при тяжелых травмах и поражениях. Будучи студентом, работал на скорой помощи, где сталкивался с очень тяжелыми формами травмы при дорожно-транспортных происшествиях. Потом работал в кардиореанимации при институте, который возглавлял академик Б.В. Петровский. И всегда меня одолевала тяга к пониманию того, что происходит с мозгом при катастрофах, как его можно сохранить, дать ему возможность пережить тяжелые повреждения, чтобы он потом выжил, восстановился и продолжал работать. У меня после окончания

института был свободный выбор, так как я получил диплом с отличием. Я выбрал Институт нейрохирургии. С тех пор ни разу не пожалел о своем выборе.

— **И когда это было?**

— Очень давно, в 1973 г. Мир был другой, медицина другая, нейрохирургия другая... Сейчас произошли удивительные изменения и в нашем понимании работы мозга, и в технологиях, которые позволяют изучать мозг и сознание человека.

— **Вы упомянули Б.В. Петровского. Он ведь сердцем занимался?**

— И в этой области происходили важнейшие события. Помните первую пересадку сердца? Ее сделал южноафриканский хирург-трансплантолог Кристиан Барнард. Он приехал в Москву, мне довелось, еще будучи студентом, слушать его лекцию. Пересадка сердца казалась в то время топовой темой в медицине. Первый пациент жил довольно долгое время. Кристиан Барнард считал своим учителем профессора В.П. Демихова, который пересаживал сердце, легкие, головы животным. Они вместе с В.П. Демиховым выступали





## Новые технологии дали новые знания функциональной анатомии мозга, новое представление о том, что мозг каждого человека имеет свою индивидуальную анатомию и локализацию тех или иных функций

в аудитории Пироговского института. И все происходящее казалось в то время поразительным. Стало понятно, что можно пересадить сердце, легкие, печень, любые органы. Появились понятия «искусственное сердце», «искусственные легкие», «искусственная почка». Но в отношении мозга все обстояло иначе: было очевидно, что пересадить мозг или создать искусственный мозг в обозримые 100–200 лет невозможно.

Вторая и наиболее глобальная тема для медицины и фундаментальной науки в целом — это познание работы мозга и тех механизмов, которые позволяют ему в условиях различных повреждающих воздействий пережить их и продолжать функционировать, а самое главное — сохранить личность человека. Эта тема крайне интересна, меня поразили возможности, которые в то время уже появились в нейрохирургии.

В 1973 г. был создан первый компьютерный томограф, и он был нацелен на изучение мозга. Если обычное рентгеновское изображение давало контуры костных структур, то компьютерный томограф позволял заглянуть в «черный ящик» и увидеть мозговые структуры, сосуды, можно было делать ангиографию. И это открыло уникальные возможности для диагностики в области нервных болезней (прежде всего головного мозга) и для нейрохирургов.

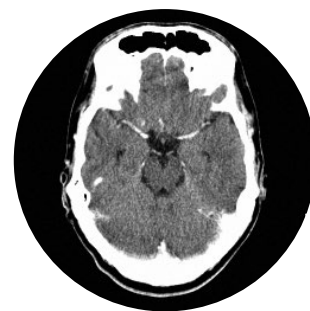
— **Вы помните своего первого пациента?**

— Помню, но, естественно, я его не оперировал. Оперировал академик А.И. Арутюнов, он в то время был директором нашего института. Я пришел в операционную, впервые увидел ту хирургию, которую выбрал, и она мне показалась очень

тяжелой. Я бы даже сказал, пугающей. Одно дело — видеть открытое работающее сердце, совершенно другое — открытый пораженный опухолью мозг. Операция сопровождалась тяжелой кровопотерей. Но еще удивительнее, что после нескольких часов в операционной я пришел в реанимационное отделение и вдруг увидел, что пациент проснулся и разговаривает. После такого серьезного вмешательства на мозге, с тяжелым кровотечением, после переливания крови, работы анестезиологов! Первая операция произвела на меня сильнейшее впечатление. Я понял, что уже не только хирургия сердца, легких, внутренних органов, но и хирургия мозга может делать очень многое.

— **С чем можно сравнить такой рывок медицины?**

— Мне кажется, развитию клинических нейронаук способствовали два фактора, связанные с технологическим прорывом в сфере диагностики. Во-первых, это методы, которые мы сегодня называем нейровизуализацией, — рентгеновская компьютерная томография, позитронно-эмиссионная томография, которые постоянно совершенствуются. Во-вторых, это появление (несколько позже) магнитно-резонансных томографов, которые дают практически анатомическое видение не только мозга, но и нервных окончаний, глубинных структур. У нас сегодня есть возможность видеть функциональную анатомию мозга. Вот сейчас, кстати, идет операция с пробуждением. У пациентки опухоль, которая находится в левой височной доле, рядом с зоной, ответственной за понимание речи. До операции мы выполнили пациентке



Компьютерная томография — метод неразрушающего послойного исследования внутреннего строения предмета, был предложен в 1972 г. американскими учеными Годфри Хаунсфилдом и Алланом Кормаком, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии.



Музей Центра нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

функциональную магнитно-резонансную томографию во время речевой нагрузки. Мы увидели, где активируются корковые и подкорковые структуры во время речи, где находится опухоль и как нам нужно подойти к ней, чтобы не повредить речевые зоны этой пациентки. Более того, во время операции мы ее разбудим (после выполнения этапа трепанации) и будем тестировать. Я как оперирующий хирург, а также анестезиолог и нейропсихолог будем с ней говорить, контролировать состояние ее речевых функций.

Новые технологии дали новые знания функциональной анатомии мозга, новое представление о том, что мозг каждого человека имеет свою индивидуальную анатомию и локализацию тех или иных функций. Скажем, есть правши и левши. У правшей доминантное, главное по речи полушарие — левое, у левшей — правое. А есть амбидекстры, у которых правое и левое эквивалентны в этой функции.

— **А.Д. Сахаров был таким. Он писал одинаково правой и левой рукой...**

— Я немного упрощаю, но это касается и всех других функций. И когда мы принимаем решение об операции по поводу любой патологии мозга, мы должны четко знать, правша или левша этот пациент, либо он амбидекстр, либо у него какая-то иная локализация функций.

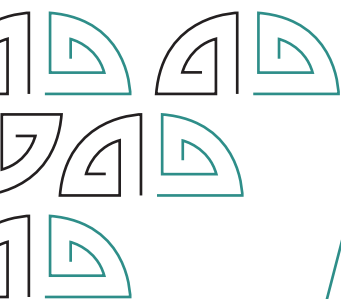
— **А раньше этого не знали?**

— Определенные представления были. Условно говоря, моторика речи — это нижние отделы левой лобной доли (для правшей) с разными вариантами. А сейчас мы знаем, что это не совсем так, потому что у каждого человека эти зоны расположены по-разному. Мы, по сути дела, с каждым новым пациентом (здоровым или больным) открываем новое биологическое явление — как именно у этого индивида построены функциональные связи.

— **То есть мозг — новая Вселенная?**

— Мозг бесконечен. Более того, известно, что имеются отличия и у людей из разных регионов планеты. Есть генетическое своеобразие, и оно отражается на том, как устроена анатомия мозга человека. Пожалуй, это





*Это интеграция науки, всех ее узких направлений, это создание иных форм, которые позволят физикам, математикам, врачам быстрее находить друг друга, устанавливать полезные контакты, создавать творческие коллективы. В этом отношении РФФИ, который поддерживает междисциплинарные исследования, очень важен*

та революция, которая произошла с введением новых технологий.

— **Итак, вы стали нейрохирургом. Сколько раз в неделю оперировали?**

— Каждый день.

— **Две-три операции?**

— Нет, операции в то время были очень длительные. А сейчас я работаю еще и администратором, но стараюсь оперировать каждый день. Это для меня закон. Мои коллеги, которые не обременены административными обязанностями, могут себе позволить делать и две, и даже три операции в день.

— **1990-е гг. были для вас сложным временем. Что помогло выжить? Знаю, что в эти годы вы проводили уникальные операции.**

— Нашему институту очень повезло с лидерами. У истоков его создания стояли известные ученые — хирург Н.Н. Бурденко и невролог В.В. Крамер. Это был 1929 г. Сложился удачный альянс невролога и хирурга, и зародилась нейрохирургия. В институте изначально был заложен мультидисциплинарный принцип. Здесь работали известный нейрофизиолог П.К. Анохин, анатом С.М. Блинков, который также работал в лаборатории мавзолея, где изучали мозг уникальных людей, нейроморфолог Н.А. Смирнов. Член-корреспондент Академии медицинских наук, академик Академии педагогических наук, профессор А.Р. Лурия, один из основателей современной нейропсихологии, заведовал у нас лабораторией. Академик В.А. Неговский создавал на базе нашего института первую лабораторию по реанимации.

С 1975 г. — 39 лет! — наш институт возглавлял академик А.Н. Коновалов, выдающийся человек — и как ученый, и как хирург, и как организатор. Я могу ответить на вопрос, как мы выжили в 1990-е гг.: от нас никто не уходил. Базовое финансирование рухнуло, но у нас был инструмент, как выжить в новых условиях разрушающихся социалистических принципов финансирования «Всемирно по койко-дням». Мы перешли к принципу оплаты по качеству и количественной характеристике труда. Более того, нам удалось в те годы запустить механизм строительства нового корпуса. В самые трудные годы мы построили огромный 14-этажный хирургический корпус. Никто не мог поверить, что такое возможно!

— **Кто на вас оказал наибольшее влияние?**

— У нас в институте было много известных нейрохирургов и врачей: А.И. Аругюнов, Ф.А. Сербиненко, С.Н. Федоров, Г.А. Габибов, Н.Я. Васин, Ю.М. Филатов, А.З. Маневич и другие специалисты. В то время каждый руководитель направления был выдающимся ученым. Наблюдать за их работой было настоящим счастьем. Поэтому сказать, что какой-то конкретный человек оказал на меня влияние, не могу. Плеяда таких удивительных людей воспитывала и учила профессии и жизни. Я помню операционную Ф.А. Сербиненко, у него было очень много патентов по созданию баллон-катетерной техники. Он разрешал всем приходить в операционную, потому что устройства, которые он сам делал, нигде больше нельзя было увидеть. Я видел толпы студентов, которые ходили



*Кристиан Нетлинг Барнард (1922–2001) — южноафриканский хирург-трансплантолог и общественный деятель. 3 декабря 1967 г. выполнил первую в мире удачную пересадку человеческого сердца.*

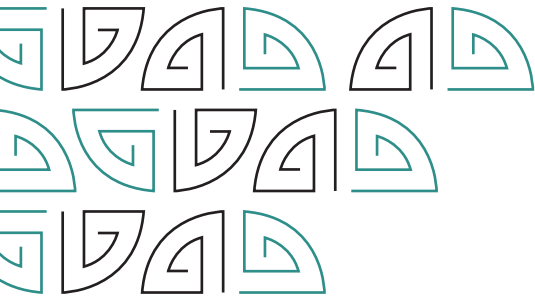


(1) Сотрудники Института нейрохирургии в Кремле, 1986 г. (2) Н.Н. Бурденко во время лекции (3) Петровско-Александровский пансион-приют, 1904 г. (4) Сотрудники института у памятника Н.Н. Бурденко, 1975 г. (5) Первые сотрудники нейрохирургической клиники на Солянке, 1930-е гг. (6) Ф.А. Сербиненко (слева) и А.Н. Коновалов (7) На совещании у директора института Б.Г. Егорова (8) Профессор 1-го ММИ Н.Н. Бурденко, 1930-е гг. (9) Обсуждение наблюдений с применением иттрия-90, 1960-е гг. (10) Бронзовая скульптура девушки «Надежда», фойе хирургического корпуса (11) А.Н. Коновалов, Кремль, вручение государственной премии, 1986 г. (12) Профессор В.В. Крамер (справа) и профессор Н.Н. Бурденко, 1929 г. (13) Директор Института нейрохирургии академик АМН СССР А.И. Арутюнов, конец 1960-х гг. (14) Группа сотрудников института, конец 1960-х гг. (15) Н.Н. Бурденко в операционной









Очень важно, что в России уже 25 лет существует уникальная структура, которая нацелена на поддержание фундаментальных исследований в разных разделах науки, в том числе в биологии и медицине

за А.Р. Лурией, массу нейрохирургов, которые приходили на операции А.И. Арутюнова. Уникальный анестезиолог и реаниматолог профессор А.З. Маневич был моим научным руководителем вместе с профессором С.Н. Федоровым. И всей этой командой четыре десятилетия руководил А.Н. Коновалов, которого мы все считаем своим главным учителем и который в настоящее время занимает пост почетного президента нашего центра. Но я должен сказать, что и сегодня у нас работают уникальные специалисты мирового класса.

**— Я понял, чем нейрохирурги отличаются от других хирургов. Вы стараетесь оперировать то, чего раньше никто не оперировал. Вас интересуют нестандартные методы.**

— Человек доверяет тебе судьбу своего мозга, поэтому каждая операция для нейрохирурга — это стресс, преодоление самого себя, потому что во время операции нужно все эмоции и волнения оставить за пределами операционной. Это не всегда удается. Но когда преодолеваешь себя, делаешь операцию, особенно если она нестандартная, как вы говорите, если после этого пациент просыпается и у него нет неврологического дефекта, это приносит колоссальное удовлетворение. Теперь о новых и рутинных операциях. Для того чтобы иметь возможность сделать какую-то новую операцию, ты должен пройти через серию операций более или менее отработанных. И только тогда подходишь к моменту, когда вдруг понимаешь, что можешь сделать уже другую, более сложную операцию, которую либо раньше не делали, либо делали по-другому. И смысл нашего центра — всегда искать элементы нового и в технологии, и в концепции

хирургии, чтобы щадяще выполнить саму операцию, обеспечить большую сохранность нарушенных функций и добиться восстановления тех функций, которые были у пациента утрачены, когда он пришел в центр.

**— Теперь я понимаю, почему вам РФФИ дает деньги: вы все время ищете новое.**

— Очень важно, что в России уже 25 лет существует уникальная структура, которая нацелена на поддержание фундаментальных исследований в разных разделах науки, в том числе в биологии и медицине. Почему это важно? Если врач делает только рутинные операции, если он постоянно не изучает, не исследует новые данные, полученные в биологии, физиологии, клеточной диагностике, генетике, генетических основах болезни и т.д., он не развивается и, следовательно, медицина топчется на месте. И в этом отношении Российский фонд фундаментальных исследований за эти 25 лет сделал очень многое. Более того, в рамках структуры фонда медицинские науки сейчас выделены отдельно. У биолога, например, больше времени для подготовки работы в области экспериментального моделирования, исследования, подготовки статей, материалов, чем у клинического врача. Клиницист-исследователь больше времени тратит на работу с самим пациентом. И теперь благодаря грантам фонда у него появляется мотивация для занятия и фундаментальными разделами медицины. Мне кажется, что фонду удалось в последние годы поддержать очень серьезные, интересные проекты в области медицинской науки, ее фундаментальных основ, и в частности в области нейронаук. У нас был ряд проектов, посвященных



У истоков создания Института нейрохирургии стояли Н.Н. Бурденко и В.В. Крамер. Здесь работали известный нейрофизиолог П.К. Анохин, анатом С.М. Блинков, нейроморфолог Н.А. Смирнов, профессор А.Р. Лурия, один из основателей современной нейропсихологии, академик В.А. Неговский, создавший на базе института первую лабораторию по реанимации, академик А.Н. Коновалов, 39 лет возглавлявший институт.



изучению молекулярных механизмов развития болезни, в сферах нейроонкологии, сосудистой патологии, травматического повреждения мозга. Новые знания дают возможность совершенствовать принципы лечения и их результаты. Ав основе лежали фундаментальные исследования, которые были обеспечены конкурсным принципом работы самого РФФИ. У нас есть конкретные разработки, которые мы вели с Институтом лазерных и информационных технологий, по созданию точных копий, анатомических моделей черепа, мозга человека, и это сегодня уже повсеместно используется как новая технология в реконструктивной нейрохирургии.

**— Вы считаете объединение РАН и РАНН полезным начинанием?**

— Думаю, когда у любого специалиста, который работает в одной области знаний, есть возможность более тесного общения со специалистами другой сферы знаний, это всегда позитивно. А в отношении слияния академий — этот вопрос надо рассматривать уже в другой плоскости. В 1944 г. была организована Академия медицинских наук, инициатором ее создания был Н.Н. Бурденко. Он был действительным членом Академии наук СССР, но он сумел еще во время войны доказать руководству страны необходимость создания Академии медицинских наук — и стал ее первым президентом. Наш институт был одним из первых институтов Академии медицинских наук. В 2013 г., как раз в канун юбилея медицинской академии, было принято решение объединения трех академий. У нас было двойное отношение к этому. Академия медицинских наук создавалась не нами, но мы участвуем в ее разрушении? Или наоборот: мы участвуем в интеграции российской науки? Как подойти к этому вопросу? Думаю, в конечном итоге, наверное, интегративная задача была важнее, нежели юбилейная. Все-таки наука должна всегда смотреть широкими горизонтами, глобально. Происходит интеграция российской науки, хотя процесс и болезненный. Но интегративные процессы в конечном итоге всегда положительны. Например, сегодня с нами будут

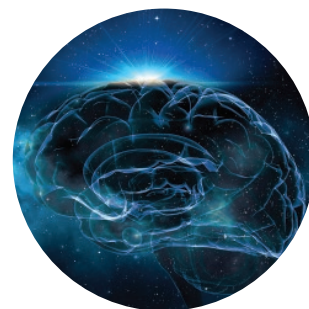
работать представители физики — мы делаем лазерную биоспектроскопию. Среди наших партнеров — Институт общей физики им. А.М. Прохорова. Он разработал лазеры для биоспектроскопии, которые работают у нас в операционной. В России были созданы современные флюоресцирующие красители, которые позволяют на основе особенностей метаболизма опухолевых клеток видеть под микроскопом ярко флюоресцирующие злокачественные клетки опухолевой ткани. Мы можем с помощью биоспектроскопии более тонко определять границы между опухолью и нормальной тканью мозга.

Современная оптика, микроскопы, эндоскопы — это достижение физики, механики. Навигационные системы, интраоперационные томографы — это интеграция всех областей науки, знаний, технологий. Так что объединение академий имело позитивное значение, потому что это интеграция науки, всех ее узких направлений, это создание иных форм, которые позволяют физикам, математикам, врачам быстрее находить друг друга, устанавливать полезные контакты, создавать творческие коллективы. В этом отношении РФФИ, который поддерживает междисциплинарные исследования, очень важен. Сейчас, кстати, проходит конкурс РФФИ, в котором могут участвовать несколько институтов. И мы в нем участвуем. Мы — это клиницисты, нейрохирурги, физики, биологи и т.д. Уверен, что такой альянс даст и новые знания.

**— Александр Александрович, вам это интересно?**

— Да, безусловно. Интересно еще и потому, что если в 1990-е гг. конкурса в аспирантуру по медицине практически не было, то сейчас конкурс поступления в ординатуру нашего центра — 12 человек на место. И у всех дипломы с отличием, у всех дипломы участия и побед в олимпиадах, уже есть публикации, в том числе в зарубежных журналах. Сегодня в науку приходит талантливая молодежь, и это говорит о том, что у нас есть будущее. И нам интересно с ними работать. ■

**Беседовал Владимир Губарев**



*РФФИ поддержал ряд проектов, посвященных изучению молекулярных механизмов развития болезни, в сферах нейроонкологии, сосудистой патологии, травматического повреждения мозга. Совместно с Институтом лазерных и информационных технологий созданы анатомические модели черепа и мозга человека, сегодня уже повсеместно используемые как новая технология в реконструктивной нейрохирургии.*



# «Денисовский человек известен во всем мире»»

Открытие неизвестного ранее вида человека — *Homo altaiensis* (человека алтайского), или денисовского человека, сделанное под руководством академика А.П. Деревянко, стало мировой научной сенсацией, которая, по версии журнала *Science*, заняла второе место по значимости после обнаружения бозона Хиггса. Комплексное изучение древнейшей истории Алтайского края и соседних регионов, которое стало возможным благодаря мегагранту РФФИ, позволило сибирским ученым разработать новую фундаментальную научную концепцию формирования человека современного физического типа и его культуры. О том, как это происходило, рассказал автор открытия, научный руководитель Института археологии и этнографии СО РАН академик **Анатолий Пантелеевич Деревянко**.









Научный руководитель  
Института археологии  
и этнографии СО РАН  
академик А.П. Деревянко



— **Анатолий Пантелеевич, в заявке на получение гранта сделан акцент на то, что это фундаментальные исследования именно по междисциплинарным темам. Почему сейчас такое внимание уделяется комплексному подходу?**

— Комплексный подход в изучении археологических объектов — одно из самых актуальных направлений современных исследований в области древней истории. Не только у нас, но и во всем мире. Только на уровне интеграции данных археологии и различных естественно-научных дисциплин можно выявить основные закономерности взаимодействия природы и общества в древности, изучить влияние изменений природных условий на процессы древних миграций, определить соотношения экологических и социальных факторов в освоении человеком новых территорий.

В течение последних 30 лет Институт археологии и этнографии СО РАН ведет крупномасштабные работы

на Алтае, в Монголии, Казахстане, Киргизии, Узбекистане и других странах. И все эти работы связаны с мультидисциплинарными исследованиями. Я не знаю ни одного региона мира, где бы на небольшой территории проводились такие масштабные мультидисциплинарные исследования. В настоящее время самая главная задача археологии — получение как можно большего объема информации из культуросодержащего слоя. И благодаря мультидисциплинарности нам удается делать это все успешнее и успешнее.

Полученный нами мегагрант значительно расширил наши связи с институтами естественно-научного направления, в том числе и с институтами нашего направления, институтами Москвы, Санкт-Петербурга, крупных вузовских центров. Это позволило выйти на новый уровень осмысления информации, которую мы получаем во время полевых работ на археологических памятниках начиная от раннего палеолита



В Денисовой пещере были найдены два зуба, моляр и резец. Благодаря палеогенетическому анализу удалось секвенировать ДНК из этих находок.



(800–600 тыс. лет — стоянка Карам, 300 тыс. лет — Денисова пещера) и вплоть до стоянок неолита, бронзового и железного веков.

**— Представители каких наук вам помогают больше всего?**

— Вместе с археологами работают антропологи, геофизики, геологи, геоморфологи, геохронологи, палеоботаники, палеонтологи и другие специалисты, которые занимаются изучением человека и среды его обитания. Спектр связей нашего института с различными направлениями естественных наук очень широк.

Если говорить об истории человека, для нас чрезвычайно важны природно-климатические условия, которые существовали на территории Сибири и на сопредельных территориях в последние 600–700 тыс. лет. Получены очень хорошие результаты по палеоклиматам, по развитию растительности, животного мира на территории Алтая, где сосредоточены наши крупномасштабные исследования как стоянок открытого типа, так и пещер. И мы очень многое знаем о той экологической среде, которая существовала как минимум последние 300 тыс. лет. Получены уникальные результаты об изменениях климата, растительного и животного мира в плейстоцене. Выяснилось, например, что 90–120 тыс. лет назад в районе Денисовой пещеры было теплее на 6–9° С, росли широколиственные деревья.

Для нас важны не только направления наук, связанные с природой, палеоклиматом, животным и растительным миром, но и проблемы, связанные с происхождением человека

в целом, рода *Homo* и человека современного анатомического и генетического вида. И с этой точки зрения нам очень важны исследования антропологов, а особенно палеогенетиков. Именно тесная связь с палеогенетиками позволила установить, что в Денисовой пещере на Алтае в хронологическом интервале 340 тыс. лет, то есть в течение 260 тыс. лет, был открыт новый подвид человека современного вида. Мы его назвали *Homo sapiens altaiensis*. Это открытие состоялось благодаря секвенированию ДНК из костного антропологического материала, который был получен в Денисовой пещере. Очень важная работа по секвенированию ДНК осуществляется также на более поздних памятниках эпохи неолита, бронзового и железного века. Академик В.И. Молодин ведет обширные раскопки в Барабе, в западной части Новосибирской области. Там выявлены большие могильные комплексы бронзового века, неолита, раннего железного века. И секвенирование ДНК из этих памятников также позволяет ответить на вопрос о происхождении этих народов, их докультурном развитии, а также на многие другие вопросы.

**— Почему именно Денисова пещера стала источником таких уникальных находок?**

— Особенность денисовского материала — удивительная сохранность. При всех изменениях климата за последний миллион лет здесь были одинаковые экологические условия, а значит, одни и те же адаптационные стратегии при их изменении.



Уже 50 тыс. лет назад денисовцы изготавливали кольца, браслеты и бусы, используя станковое сверление и внутреннюю расточку инструментом наподобие рашпиля



Полученный нами мегагрант значительно расширил наши связи с институтами естественно-научного направления. Это позволило выйти на новый уровень осмысления информации, которую мы получаем во время полевых работ на археологических памятниках





- (1) Каменное орудие древностью от 700 тыс. до 1 млн лет, обнаруженное российско-вьетнамской экспедицией в Центральном Вьетнаме в 2015 г.
- (2) Директор Института археологии и этнографии СО РАН М.В. Шуньков
- (3) При раскопках обнаружены тысячи костей 117 видов плейстоценовых животных
- (4) Грунт уникальной ценности







5

- (5) «Ноздри» Денисовой пещеры
- (6) Главный «офис»
- (7) Вид из Денисовой пещеры на долину реки Ануй



6



7





Браслет из редкого камня хлоритолита — самое древнее украшение, обнаруженное археологами

Поддержка Российским фондом фундаментальных исследований таких мегагрантов приносит новые уникальные результаты. Это направление нужно поддерживать, потому что современный уровень науки требует именно мультидисциплинарных исследований

Уникальность Денисовой пещеры в том, что она имеет мощные рыхлые отложения и большое количество культуросодержащих горизонтов. В Денисовой пещере, например, рыхлые отложения до 14 м и 14 горизонтов — культуросодержащие. Каждый горизонт относится к определенному хронологическому периоду и несет важнейшую информацию о жизни и культуре человека.

— Когда произошла знаменитая находка в Денисовой пещере?

— В 2008 г. там была обнаружена маленькая косточка, фаланга пальца девочки 7–12 лет древностью 50 тыс. лет. Теперь мы знаем, что девочка была темноволосая и кареглазая. Что касается секвенирования ДНК палеолитического человека, здесь огромную роль сыграл профессор Сванте Паабо, один из основателей палеогенетики, директор отделения эволюционной генетики Института эволюционной антропологии общества Макса Планка (Лейпциг, Германия). Результаты секвенирования ДНК стали сенсацией. Они показали, что обитатели Денисовой пещеры — новый подвид человека.

— Это перевернуло представление ученых о происхождении человека?

— Сейчас можно сказать, что более верна полицентрическая концепция формирования человека современного вида. То есть было несколько географически удаленных очагов развития автохтонных популяций человека разумного. Такая эволюция сформировала четыре таксона (подвида): в Африке — *Homo sapiens*

*africanensis*, в Европе — *Homo sapiens neanderthalensis*, на востоке Азии — *Homo sapiens orientalis*, на юге Сибири — *Homo sapiens althaiensis*. Из них и выросло современное человечество, что подтверждается наличием в нашем геноме генов каждого из них. История человечества гораздо сложнее, чем считалось ранее.

— Кроме генетического материала у вас ведь есть другие артефакты, обнаруженные в Денисовой пещере и не только в ней?

— Это находки, отражающие духовную и социальную стороны жизни первобытного человека, — индивидуальные украшения и предметы символической деятельности. Основная коллекция таких изделий получена из литологического слоя 11, относящегося к ранней стадии верхнего палеолита. Это украшения из кости, бивня мамонта, зубов животных, скорлупы яиц страуса, раковин моллюсков и поделочного камня. Особое место, конечно, занимает каменный браслет из темно-зеленого хлоритолита. Он обнаружен при раскопках верхней толщи плейстоценовых отложений пещеры.

Видите ли, каждый год приносит все новые результаты. Скажем, в прошлом году была найдена игла длиной 9 см 2 мм. Она уникальная. Древность ее — 50 тыс. лет. Она сохранилась полностью. И это первая игла такой древности и такой сохранности в мире. Казалось бы, что такое игла, но эта находка свидетельствует о многом. Прежде всего, о том, что человек 50 тыс. лет назад уже мог изготавливать одежду. Значит, были



Найденная игла — самое древнее и самое крупное изделие подобного рода, известное в мировой археологии на сегодня



соответствующие инструменты, материал, из которого одежда изготавливалась, соответствующие нити, которыми все это скреплялось, и т.д. Кажется бы, это одна изолированная находка, но она первая в мире, и она, конечно, сможет ответить на многие вопросы.

В настоящее время в нашем полевом лагере «Денисова пещера» находится один из крупнейших исследователей палеолита, французский археолог, профессор Анри де Люмле со своей супругой Марией-Антуанеттой де Люмле. Ему 84 года, ей — 82. Они приехали специально, чтобы познакомиться со всеми нашими исследованиями, которые проводятся в долине реки Ануй. И могу вам абсолютно точно сказать, что они в восторге от результатов, от уровня полевых и лабораторных работ. Только что здесь выступил с докладом ведущий лабораторией Палеонтологического института РАН профессор А.К. Агаджанян. Он рассказал о палеоэкологии, о тех животных, которые расселялись в долине Ануй за последние 300–400 тыс. лет. Это впечатляющий доклад, в основу которого во многом были положены результаты, полученные благодаря гранту РФФИ.

— **Вы говорили, что грант позволил расширить ваши работы с точки зрения географии.**

— Да, мы значительно раздвинули горизонты наших исследований. Вели работы не только на территории Сибири, очень важные открытия были сделаны во Вьетнаме. Были открыты новые местонахождения раннего палеолита. Теперь мы знаем возраст этих стоянок — 800–780 тыс. лет. Конечно, поражает древность этих местонахождений. Но, что самое главное, была выявлена совершенно новая индустрия — бифасиальная индустрия.

Еще в 40-е гг. профессор Гарвардского университета Хеллам Мовиус высказал точку зрения, что в раннем палеолите в хронологическом интервале от 1 млн до 200–300 тыс. лет на территории Евразии прослеживались две зоны. Первая, с бифасиальной индустрией — Европа, Ближний Восток, Индия; вторая, зона галечных орудий — Восточная и Юго-Восточная Азия. Эта проблема обсуждалась на десятках международных конференций, по данной тематике были опубликованы сотни статей.

С 2015 г. российско-вьетнамской экспедицией в провинции Зялай (Центральный Вьетнам) открыты раннепалеолитические местонахождения, в которых обнаружены каменные орудия древностью от 700 тыс. до 1 млн лет. В настоящее время бифасиальные орудия найдены на юге Китая, в котловине Байсе.



*Анри де Люмле: «Я много раз был в России в разных городах, но в Сибири и на Алтае я не бывал ни разу, и я искренне потрясен. Я мечтал побывать в той самой пещере, где жили денисовцы. Открыть новый подвид человека — это мечта любого археолога, который занимается палеолитом. В будущем мировую археологию будут разделять на периоды "до профессора Деревянко" и "после профессора Деревянко"».*



*Особенность денисовского материала — удивительная сохранность*



Остатки древних  
каменных орудий,  
найденные в отложениях





Но бифасиальные орудия Восточной и Юго-Восточной Азии отличались от бифасиальных орудий, скажем, Африки и западных районов Евразии. И мы пришли к выводу, что появление здесь бифасиальных орудий — это результат конвергентного развития каменной индустрии.

— **Вы недавно начали сотрудничать с Вьетнамом?**

— Мы с коллегами из Института археологии и этнографии Сибирского отделения РАН и вьетнамские археологи из Института археологии Академии социальных наук в Северном Вьетнаме работаем уже семь лет. Исследовали там целый ряд пещер верхнего палеолита. Их древность — примерно от 15 до 30–40 тыс. лет. А с 2015 г. начали работать на севере Южного Вьетнама в провинции Зялай. Там в районе города Анкхе были обнаружены и сейчас исследуются 17 местонахождений или стоянок с двусторонне обработанными орудиями. Это ручные рубила, чопперы, пики и другие изделия, которые в какой-то мере напоминают ашельскую индустрию, но существенно от нее отличаются.

Отличие состоит в том, что ашельские бифасы изготавливались в основном на крупных отщепках, а во Вьетнаме — на гальках. Отличаются они типологически и техникой обработки. Главная ценность вьетнамских находок заключается в том, что они имеют очень четкую стратиграфию, их можно достаточно точно датировать. Их геоморфологическое распространение, дислокация и условия, в которых находятся каменные орудия, очень четки в отличие от китайских. Вместе с каменными орудиями найдены и тектиты, стекловидные кусочки, образующиеся при извержении вулканов, для которых существуют проверенные технологии датировки. Они нами отданы академику И.В. Чернышеву в Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН для установления возраста. Датировки — это очень трудная проблема.

— **Это не радиоуглеродный анализ?**

— Нет. Этот метод используется в единственном у нас в России институте. Его возможности позволяют

датировать предметы огромной древности — несколько миллионов лет.

Тектиты во Вьетнаме имеют древность от 700 тыс. до 1 млн лет. Геоморфологические условия и условия залегания находок свидетельствуют об очень большой древности. Я уверен, что по облику, по технике обработки эти орудия не моложе, а может быть, и древнее китайских. Даты, которые мы должны получить, позволят нам точно установить время их происхождения. Это будет еще одним подтверждением гипотезы о том, что двусторонняя обработка в Восточной и Юго-Восточной Азии зародилась на автохтонной основе.

Место раскопок  
в Денисовой пещере



— **Правильно ли говорить, что человек стал человеком, когда научился изготавливать орудия труда?**

— Выделение рода *Homo* из семейства человекообразных — очень сложный процесс. До недавнего времени действительно считалось, что изготовление орудий было пороговым моментом: первые орудия — это и есть появление рода *Homo*. Но многие человекообразные обезьяны тоже достаточно продвинуты. Те же капуцины могут раскалывать камнями орехи, строить себе примитивные жилища, выкапывать палками клубни.

Моя точка зрения такова: нам надо расширить род *Homo*, причислить к нему и человекообразных обезьян. Сейчас идет их уничтожение. А если приравнять их к *Homo*, с точки зрения всех международных законов убивать их будет запрещено.

— **А эти открытия были бы сделаны без гранта?**

— Без этого гранта многие открытия сделать было бы невозможно, потому что он привлек ученых из других, смежных направлений наук, это раз. Во-вторых, целый ряд лабораторных исследований требуют дополнительного использования оборудования, различных технических средств и т.д. Так что благодаря этому мегагранту мы не только проводили полевые и лабораторные исследования, нам удалось приобрести и какую-то часть лабораторного оборудования. Мы, возможно, и выполнили бы эти исследования, но значительно удлинился бы срок, а некоторые, скорее всего, мы и не смогли бы осуществить, скажем, исследования во Вьетнаме.

— **А сейчас этот мегагрант еще действует?**

— Нет, этот мегагрант не действует, но мы надеемся на дальнейшее расширение. Мы многие годы сотрудничаем с китайскими археологами.

Академик А.П. Деревянко  
и профессор Нгуен Хак Шу







*Если мы получим новый грант, наши совместные работы с тайваньскими археологами позволят проследить динамику развития палеолитических культур и индустрий на Тайване и сравнить с развитием индустрий и культуры палеолита*

В прошлом году вышел первый том «Археологии Китая». И если мы получим новый грант, наши совместные работы с тайваньскими археологами позволят проследить динамику развития палеолитических культур и индустрий на Тайване и сравнить с развитием индустрий и культуры палеолита.

Этот грант был, по существу, первым опытом, который получил поддержку благодаря пониманию В.Я. Панченко и экспертного совета. Безусловно, мы надеемся, что это войдет в практику. Российский гуманитарный научный фонд тоже играл большую роль, и там тоже были комплексные исследования, но их объем был абсолютно недостаточным, чтобы можно было провести такие крупномасштабные совместные исследования самых различных направлений и наук. И поддержка Российским фондом фундаментальных исследований таких мегагрантов приносит новые уникальные результаты, позволяющие ответить на очень важные фундаментальные вопросы, которые невозможно решить, скажем, сотрудникам одного института или одной лаборатории. Это направление нужно поддерживать, потому что современный уровень науки требует именно мультидисциплинарных исследований. И это развивается и за рубежом, и очень важно нам не отстать с нашей российской наукой.

Подводя итоги, хочу повторить, что все-таки самый главный результат последних лет нашей работы — это открытие нового подвида человека.

Это всколыхнуло научный мир, и сейчас очень многие исследования во многих странах проводятся в этом направлении. Денисовский человек известен во всем мире. Я недавно был во Франции, и там в каждом университете или научном центре сразу задавались вопросы о Денисовой пещере и о денисовце.

Все руководители направлений, которые работали в рамках мегагранта, могут рассказать об очень хороших результатах, которых они добились. Мы довольны итогами сотрудничества, и у нас у всех есть надежда, что это будет не единственный опыт столь масштабных комплексных мультидисциплинарных исследований. ■

**Беседовала Ольга Беленицкая**

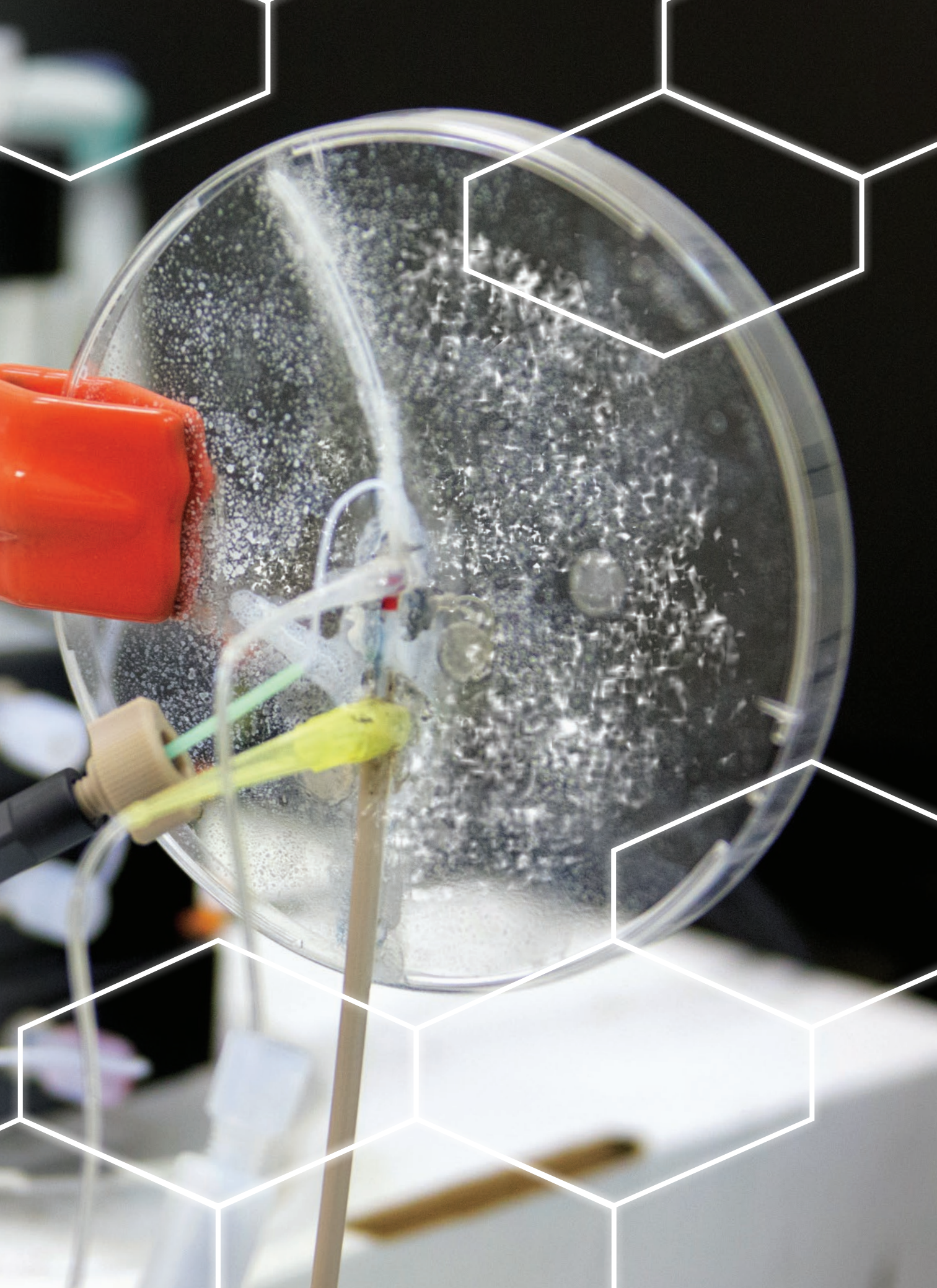
*Каменные орудия палеолитического человека*



# «Гранты РФФИ ставят нас в равные условия с европейскими исследователями»»

Одно из белых пятен современной медицины — аутоиммунные заболевания. Некоторые из них относительно успешно лечатся, другие, например рассеянный склероз, все еще остаются неизлечимыми, а механизмы их возникновения так и не раскрыты. Изменения в функционировании иммунной системы человека во многом связаны с деятельностью антител.





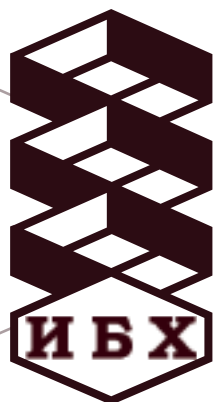




Заведующий лабораторией биокатализа Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова академик А.Г. Габиров

Фундаментальные исследования в области биокатализа, которые РФФИ поддерживает уже более 20 лет, помогают раскрывать механизмы действия антител и приводят к важным практическим результатам. О них рассказал заведующий лабораторией биокатализа Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, член совета РФФИ, в прошлом председатель экспертного совета по международным проектам фонда академик **Александр Габирович Габиров.**





*В области биокатализа наша страна никогда не выглядела аутсайдером. Существовали прекрасные советские школы химического катализа, которые успешно конкурировали с западными коллегами*

**— Александр Габирович, что такое биокатализ и почему нам важно понимать механизмы его действия?**

— Напомню, что катализатор — это вещество, участвующее в химической реакции и ускоряющее ее, которое снижает энергию активации химического процесса. Как было в свое время доказано, катализатор может претерпевать и некоторые структурные изменения в ходе реакции, но высвобождается в первоначальном виде. Большинство индустриально важных процессов невозможно сейчас представить без действия катализаторов. Эта область развивается по сей день и имеет существенный экономический эффект. Например, в химической промышленности и нефтепереработке катализаторы — соединения металлов, обеспечивающие эффективность процесса при высоких температурах. А биокатализаторы — ферменты (энзимы), антитела (абзимы), молекулы РНК (рибозимы) — осуществляют химические превращения в физиологических условиях. Говоря проще, они существенно ускоряют химические реакции в организмах, в том числе и нашем с вами, в самых обычных, не экстремальных условиях.

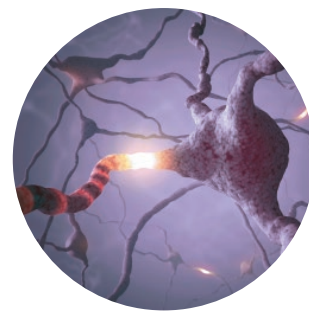
**— Давно ли начались исследования в этой области?**

— Процесс изучения механизмов действия биокатализа был предметом интереса исследователей в течение многих лет. В середине XX в. были открыты механизмы, которые заложены в этих процессах. Одновременно стало очевидно, что понимание

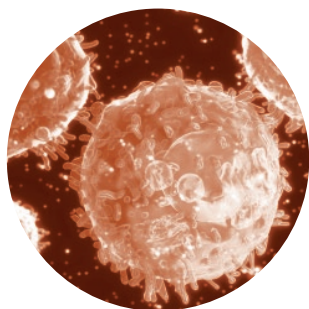
принципов действия биокатализаторов крайне важно для изучения деятельности живых организмов. Кроме того, почти сразу стало понятно, что достижения в этой области могут быть применены в сфере биотехнологий и медицинских технологий. Развитие науки в области биокатализа непосредственно связано с успехами и прорывами в синтетической органической химии, физической химии, молекулярной и структурной биологии.

**— Насколько успешно эти исследования ведутся у нас?**

— При известном общем отставании биологических наук в России, связанном, в частности, с последствиями деятельности Т.Д. Лысенко, в области биокатализа наша страна никогда не выглядела аутсайдером. Существовали прекрасные советские школы химического катализа. Так, успешно конкурировали с западными коллегами лаборатории Н.Д. Зелинского, Б.А. Казанского и А.А. Баландина. Были отличные отечественные школы и в области биокатализаторов. Одной из лидирующих в мире была школа биокатализа академика А.Е. Браунштейна, лауреата Ленинской премии, члена Национальной академии наук США и многих европейских академий. К слову сказать, А.Е. Браунштейн был одним из реальных претендентов на Нобелевскую премию за открытие реакции трансаминирования. К этой школе в известной степени принадлежу и я. В МГУ работы в области биокатализа успешно развивал И.В. Березин, а в новосибирском Академгородке — Д.Г. Кнорре,



Катализатор — это вещество, участвующее в химической реакции и ускоряющее ее, которое снижает энергию активации химического процесса. Катализатор может претерпевать некоторые структурные изменения в ходе реакции, но высвобождается в первоначальном виде. Большинство индустриально важных процессов невозможно сейчас представить без действия катализаторов.



Антитело — молекула, наиболее тропная нашему организму. В отличие от ферментов антитела — долгоживущие белки. В отчетах современных фармацевтических компаний огромный процент лекарственных препаратов в своей основе представляет собой молекулы антител.

оба ученики лауреата Нобелевской премии, одного из мировых лидеров исследования кинетики химических реакций Н.Н. Семенова.

— **Исследователи биокатализа изучают различные белковые комплексы. Насколько важное место среди них занимают антитела?**

— В 1948 г. дважды нобелевский лауреат Лайнус Полинг, автор теории переходного состояния, предложил гипотезу, согласно которой антитела, полученные на аналогии переходного состояния химических реакций, могут обладать каталитической активностью. Он исходил из того, что биокатализатор, фермент наиболее приближен именно не к субстрату и продукту, а к переходному состоянию, и если удастся получить антитела на стабильный аналог этого короткоживущего соединения, то можно получить искусственный катализатор с помощью «антительной матрицы». Подтвердить это на практике не удавалось, потому что исследователи не умели получать так называемые моноклональные антитела, то есть антитела, обладающие однородными активными центрами. Возможность их получения доказали Георг Келер и Сезар Мильштейн, за что в 1984 г. были удостоены Нобелевской премии. В 1986–1987 гг. Ричардом Лернером, президентом Научно-исследовательского института им. Скриппса (США), были получены первые каталитические антитела, которые продемонстрировали достаточно эффективный катализ реакции деградации сложноэфирной связи. Эти антитела были получены на аналоге переходных состояний соответствующих ферментативных реакций. Удалось достичь достаточно приличных ускорений, хотя и не тех, которые демонстрируют истинные ферменты. Зато таким образом удалось наметить путь к получению биокатализаторов реакций, для которых нет природных ферментов, то есть удалось создать *de novo* катализаторы на основе антител.

Исследования в этой области особенно активно стали занимать умы исследователей в 1980–1990-е гг., эта проблематика заинтересовала

многих классиков органической химии. Моя лаборатория занималась биокаталитическими превращениями биополимеров, и нам впервые в мире удалось продемонстрировать, что процесс деградации ДНК может катализироваться антителами. К сожалению, эти работы не нашли практического применения, но мы показали связь такой реакции с некоторыми аутоиммунными процессами. Таким образом, стало понятно, что так или иначе это можно использовать на практике.

— **И как именно?**

— С самого начала было понятно, что направление может получить практическое развитие. Дело в том, что антитело — это молекула, наиболее тропная нашему организму. В отчетах современных фармацевтических компаний огромный процент лекарств в своей основе представляет собой молекулы антител. Можно назвать ремикейд, антитело против фактора некроза опухоли и одно из главных средств при ревматоидном артрите, а также ретуксимаб, антитело к маркеру В-лимфоцитов CD20, которое уничтожает патологические клетки при лимфоме. Уже из первых положительных опытов было понятно, что, если заставить антитело осуществлять каталитическую реакцию, затем это можно будет применить на практике. То есть предлагалось к важнейшей функции антител — связыванию и элиминации антигена — добавить функцию деградации. Тем самым одна молекула антитела может осуществлять уничтожение большого числа вредоносных молекул.

Катализ антителами в первую очередь представлял фундаментальный интерес. Было интересно, как антительные фолды осуществляют подобные реакции. Что делает из эффективного связывателя, байндера, молекулу, способную к катализу? Безусловно, практическое значение могут иметь антитела с каталитической функцией, деградирующие токсины, химические яды, наркотики и биополимеры. После демонстрации каталитической активности антител



по отношению к ДНК удалось доказать, что то же самое справедливо и по отношению к белкам. Запрос на деградацию патологических или неправильных белков и ДНК существовал, работы в этом направлении были очень интересны.

Исследования, которыми мы занимались в 1990-е гг., демонстрировали очень хорошие успехи с точки зрения фундаментальной науки. Но у них был существенный изъян, не дававший возможности найти эффективное практическое применение. Дело в том, что искусственно полученные антитела демонстрировали довольно скромные ускорения. В случае каждой реакции мы снимаем антительный «слепок» с конкретного переходного состояния. А что если у реакции несколько переходных состояний? Эволюция движется в сторону наилучших структур, а здесь вы пытаетесь на ощупь имитировать природу. Способом, предложенным Лайнусом Полингом и впоследствии развитым Биллом Дженксом, в котором не хватало главного — имитации динамического компонента ферментативного каталитического процесса.

Полученные ускорения не соответствовали тем запросам, которые давали биомедицинская наука и современная биофармацевтика. Поэтому в начале XXI в. химики, биологи и биохимики поняли, что квантово-химические подходы к моделированию химических превращений могут дать существенный результат. Арье Варшель (Нобелевская премия по химии 2013 г.) показал успехи квантово-химических подходов в описании целого ряда биохимических реакций.

Мы предложили использовать эти подходы для улучшения свойств каталитических антител. С помощью группы исследователей из МГУ под руководством А.В. Головина наша лаборатория предложила создать матрицы для описания нескольких химических превращений. На суперкомпьютере «Ломоносов» мы просчитали массивы мутантов, которые могут обеспечить такие превращения. А на рассчитанные переходные состояния мы накладывали виртуальные поверхности антител.

Уже за три месяца исследований и расчетов этот подход привел к удивительно интересным результатам. Было получено несколько антител-мутантов, которые на два с половиной порядка увеличивали скорость химической реакции, в частности деградации фосфоорганического токсина, параоксона. Такой результат нас приятно удивил. Уверен, что в будущем исследователи с помощью таких комбинаторных подходов и расчетов на суперкомпьютере смогут получить новые антительные матрицы, учитывая несколько параметров химических превращений. И это, безусловно, будет иметь огромное практическое значение.

— **Можно ли сейчас сказать, какое именно?**

— Эволюция привела к созданию молекул антител для связывания и уничтожения чужого, того, что незапланированно попало в наш организм. Это и есть иммунитет, который бывает врожденным и приобретенным. Врожденный иммунитет существует у всех организмов, начиная с простейших. Его механизмы определяют, что данная бактерия вредна. А антитела — таргетно

*Я хочу поблагодарить наши фонды. Гранты РФФИ, РНФ, Минобрнауки ставят нас сейчас в равные условия если и не с американскими исследователями, то с европейскими точно*



Суперкомпьютер «Ломоносов» — суперкомпьютер, построенный компанией «Т-Платформы» для МГУ им. М.В. Ломоносова. Входит в первую сотню самых мощных суперкомпьютеров мира (в рейтинге TOP500). Используется для решения ресурсоемких вычислительных задач в рамках фундаментальных научных исследований. На нем были просчитаны массивы мутантов, которые могут обеспечить ряд химических превращений.

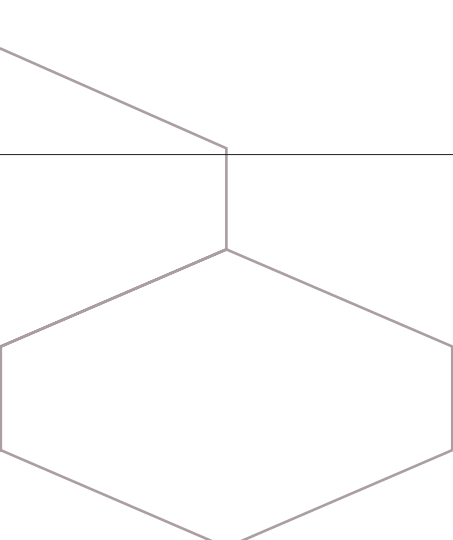
направленные молекулы. Их связывающие центры умеют очень тонко подстраиваться к молекуле-врагу. И это отличает высшие организмы от простейших.

Как говорится, при всей нелюбви к деньгам нет ничего лучше, чтобы оценивать работу других. Точно так же при всей сложности антител и возможности их моделирования нет ничего лучше для того, чтобы убрать что-то лишнее из организма. Поэтому, как я упоминал выше, фармацевтические гиганты уже около 20 лет испытывают огромный интерес к антителам, для них это один из самых перспективных и точных инструментов.

И если удастся придать антителам функции не только связывания, но и катализа, и расширить эти возможности расчетами, это будет более чем интересно. Первый эшелон мы прошли — были использованы стандартные способы получения антител. Вместо молекулы для

связывания выбиралось переходное состояние реакций с предположением, что удастся смоделировать химическое превращение. Нам повезло, это удалось, но не на том уровне, на котором хотелось бы. Сейчас при помощи суперкомпьютера мы пытаемся подобрать более интересные ситуации. Конечно, для этого нужно знать и данные рентгеноструктурного анализа. В прошлом такое было недоступно. И я хочу поблагодарить наши фонды, в том числе РФФИ и фонд, поддерживающий наших коллег в Европейской молекулярно-биологической лаборатории. Совместный грант EMBL и РФФИ помог нам расшифровать структуру каталитического антитела с очень высокой точностью — 1,3 ангстрема. Именно это было основой для базовых расчетов на суперкомпьютере. Гранты РФФИ, РНФ, Минобрнауки ставят нас сейчас в равные условия если и не с американскими исследователями, то с европейскими точно.





**Стали предлагать работу на Западе. Откровенно говоря, думал об отъезде. И решение остаться принял во многом благодаря поддержке РФФИ**

— **Возможны ли были ваши исследования без поддержки грантов?**

— В моей судьбе гранты в свое время сыграли существенную роль. Свой первый грант я получил на проект, посвященный деградации ДНК антителами. У меня уже была статья по этой теме, опубликованная в уважаемом международном журнале. Иностранцы специалисты ее заметили и оценили, стали предлагать работу на Западе. Откровенно говоря, думал об отъезде. И решение остаться принял во многом благодаря поддержке РФФИ. Конечно, по мировым меркам она выглядела скромно, однако для меня важнее было чувствовать, что я нужен здесь.

А пять лет назад В.Я. Панченко предложил мне возглавить экспертный совет РФФИ по международным проектам, который тогда только формировался. Некоторый опыт в этой сфере у меня к тому моменту был накоплен, в том числе благодаря работе в качестве президента Федерации европейских биохимических обществ (*FEBS*).

Надо отметить, РФФИ и раньше проводил множество международных конкурсов, а сама идея создания отдельного совета не всем казалась такой уж очевидной. Целесообразность этой инициативы подтвердила практика. Нам удалось переломить наблюдавшуюся прежде неприятную тенденцию, когда некоторые наши зарубежные партнеры были склонны больше доверять собственным экспертам, чем российским. Мы со своей стороны дипломатично, но твердо настаивали на реальном равноправии во взаимоотношениях. И постепенно ситуация стала меняться.

— **Для лечения каких болезней могут особенно пригодиться результаты исследований в области биокатализа?**

— Совершенно случайно в ходе работы у нас возник интерес к исследованиям рассеянного склероза. При опытах на модельных животных, развивающих аутоиммунный нейродегенеративный процесс, были обнаружены антитела, похожие на те, которые встречаются при этой болезни. Наша первоначальная концепция состояла в том, что каталитические антитела возникают в нашем организме спонтанно при патологических состояниях. При аутоиммунных состояниях идет резкое расширение репертуара антител, и этому до сих пор нет научного объяснения. В норме вы не видите весь репертуар антигенов и соответствующих антител. А при появлении патологии происходит удивительная вещь — вы видите репертуар антител на те молекулы, которые в норме у вас отсутствуют. Это было предсказано в работах Михаэля Селы, в то время президента Института им. Вейцмана в Реховоте (Израиль), и получило подтверждение. Он показал, что у модельных животных, больных аутоиммунными заболеваниями, репертуар каталитических антител в тысячу раз выше, чем у нормальных животных.

Российские исследования с этим очень корреспондировали: наша работа вышла в 1992 г., работа Михаэля Селы — в 1995 г. В этом же русле развивались исследования Г.А. Невинского из новосибирской школы академика Д.Г. Кнорре. И сейчас более или менее ясно: при аутоиммунных состояниях расширяется

репертуар антител и появляется больше вероятностей поймать их новые интересные клоны. Этот репертуар мы пытаемся искусственно расширить.

Вообще, рассеянный склероз очень интересен — тут и социальная значимость, и действительно это абсолютно неизученное заболевание.

На его исследования выделяются огромные средства, в частности колоссальные гранты в США. Но до сих пор не ясны его механизмы, неизвестно, как и чем процесс индуцируется. Понятны разве что комплексы гистосовместимости, которые ассоциируются с этим заболеванием.

Мы считали, что точно есть аутоантитела на его антигены. И мы их нашли. Мы показали, что есть антитела, которые разрезают основной белок миелина. Затем мы пошли дальше. Оказалось, что разрезание основного белка миелина происходит в определенных областях и эти области связаны с так называемыми энцефалогенными пептидами, от которых у подопытного животного

может возникнуть соответствующее заболевание. Далее мы стали смотреть, нельзя ли это использовать для «ингибирования» заболевания. Тут мы опирались на работы иностранных коллег, в частности Михаэля Селы. Им было получен препарат «Копаксон», нерегулярный пептидный полимер. До сих пор до конца не ясно, как он действует, но это одно из самых эффективных на сегодня средство для лечения рассеянного склероза (если не единственное). Когда мы увидели эту специфическую деградацию основного аутоантигена, миелина, мы решили использовать работы Селы.

Интересно, что в своих исследованиях он хотел индуцировать заболевание, а получил, наоборот, лекарство. Мы, в свою очередь, нашли деградирующие пептиды и начали перебирать их структуру. Собрав несколько формуляций из двух-трех-четырёх пептидов комбинаторно, мы стали исследовать их в физиологических тестах на животных. И мы обнаружили, что некоторая

А.Г. Габитов  
в зимнем саду ИБХ РАН





*На исследования рассеянного склероза выделяются огромные средства, в частности колоссальные гранты в США. Но до сих пор не ясны его механизмы, неизвестно, как и чем процесс индуцируется*

их комбинация явно способствует выздоровлению, конечно, не полностью, но серьезно уменьшающему инвалидизацию. Нами был получен препарат под названием «Ксемус», который прошел серию доклинических испытаний в России, Израиле и еще ряде центров и был сертифицирован. После этого мы начали клинические испытания, сейчас уже прошли вторую стадию. Скорее всего, такой комбинаторный подход даст результаты. И в самых тяжелых случаях рассеянного склероза может быть получена возможность как минимум существенно уменьшить инвалидизацию больных.

**— А есть ли какая-то сугубо российская специфика в ваших исследованиях?**

— Есть еще одно направление, которое частично вышло из нашего интереса к биокатализу. Нам нужно было отобрать наилучшие мутанты ферментов для захвата фосфорорганических токсинов. Мы работали с различными вариантами ферментов холинэстеразы, и мутанты по своей активности отличались довольно слабо. Нам надо было как-то разобрать репертуар на элементы.

Один из моих аспирантов, С.С. Терехов, придумал вариант так называемой микрофлюидной системы, теперь уже очень модной. В микротрубочках создаются микроконтейнеры, такие везикулы из системы «вода — масло — вода», искусственные клетки, если говорить попросту. Мы сумели создать эту систему и разобрать репертуар мутантов фермента на, так сказать, запчасти — индивидуальные клоны. Были получены очень хорошие результаты, но нас посетила идея: нельзя ли

использовать этот метод для других целей — не только для сортировки клонов ферментов, но и биологических репертуаров вообще? Мы взяли микробиоту, то есть микробы ротовой полости этого же аспиранта, и стали разбирать ее на клоны. Был найден очень интересный клон, который убивает стафилококков. В итоге мы дошли до индивидуального вещества, которое производит эта бактерия, а затем пошли дальше.

Сейчас есть проблема работы с новыми репертуарами бактерий: все труднее выделять новые антибиотики, способные с ними бороться. Человеку в этом плане лучше, он живет в здоровой среде, заботится о своем здоровье. Но что происходит у диких животных? Они же питаются падалью, не следят за чистотой ротовой полости, в которой безумное количество бактерий, и тем не менее живут. Известны соответствующие функции в желудочно-кишечном тракте, но в области микробиоты это могло стать интересным объектом. И мы буквально занялись русским медведем. Один из наших академиков, представитель Сибирского отделения РАН В.В. Власов — охотник. Он решил подключиться к этим исследованиям в двух ипостасях: он сумел изловить живого медведя и совместно с нами исследовать его микробиоту. Уже найдены очень интересные бактерии, мы делаем их полногеномное секвенирование и изучаем те низкомолекулярные соединения, которые эти бактерии производят. Возможно, среди них будут интересные кандидаты на роль новых антибиотиков.



В лаборатории биокатализа Института биоорганической химии разработан препарат под названием «Ксемус», который прошел серию доклинических испытаний в России, Израиле и еще ряде центров и был сертифицирован. «Ксемус» дает возможность как минимум существенно уменьшить инвалидизацию больных при самых тяжелых случаях рассеянного склероза.

**Беседовал Юрий Яроцкий**

# Как заставить нейтрино контролировать ядерный реактор

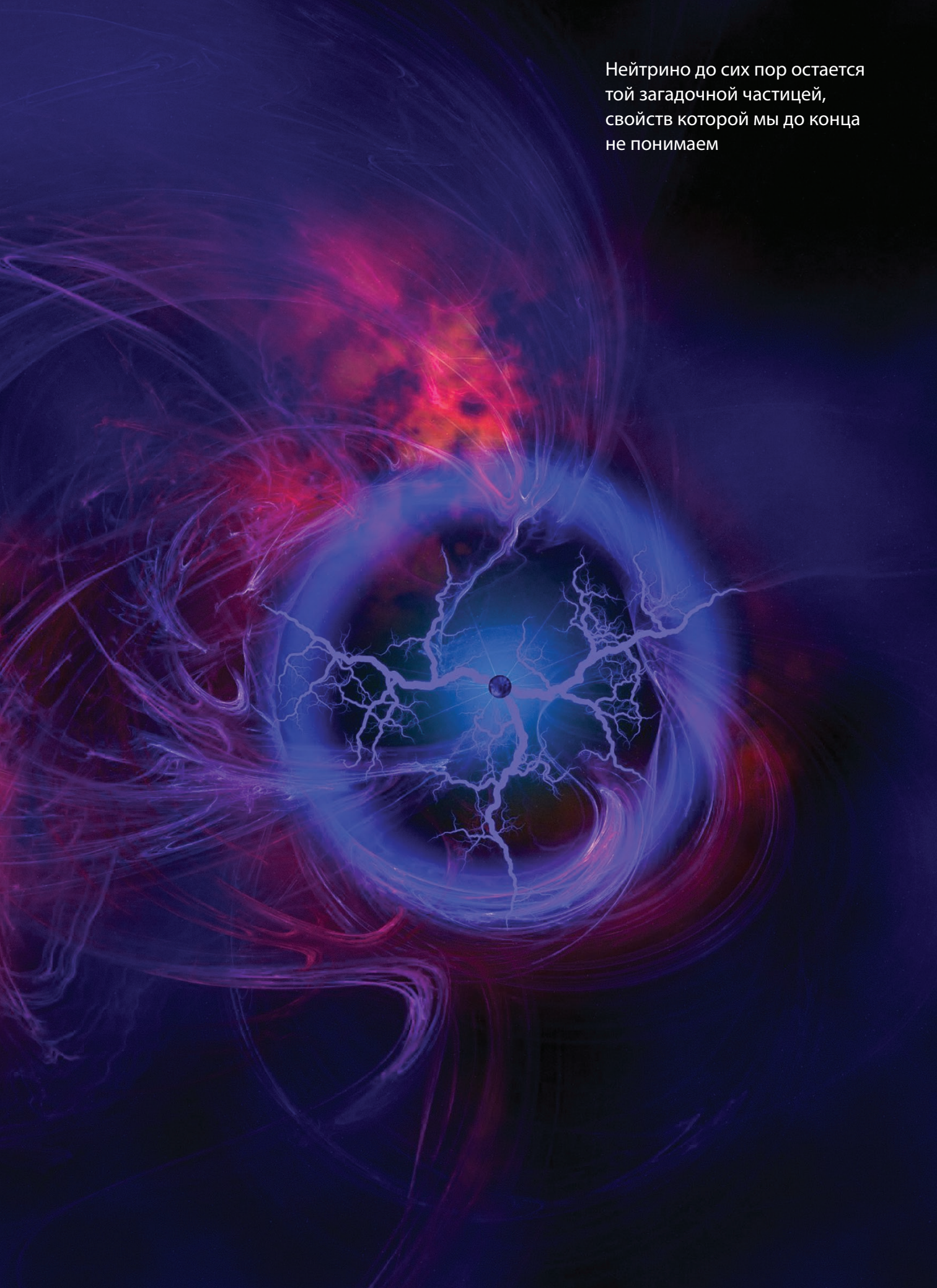
Нейтринные исследования сегодня стали одной из ключевых областей в физике элементарных частиц. За десятки лет, прошедшие со времени открытия нейтрино, ученые все еще не до конца понимают все свойства этой частицы. Однако именно в этой области в ближайшее время могут произойти прорывные открытия, которые позволят физикам выйти за рамки Стандартной модели.

Российский фонд фундаментальных исследований поддерживает проекты в области нейтринной физики с самого своего основания. О самых перспективных исследованиях и экспериментах в этой области мы беседовали с руководителем отделения физики нейтрино НИЦ «Курчатовский институт», заведующим кафедрой физики элементарных частиц НИЯУ МИФИ доктором физико-математических наук **Михаилом Дмитриевичем Скорохватовым.**





Нейтрино до сих пор остается  
той загадочной частицей,  
свойств которой мы до конца  
не понимаем





**— Михаил Дмитриевич, сколько проектов сегодня у Курчатовского института, поддержанных РФФИ?**

— Ежегодно только на московскую площадку Курчатовского института приходится около 100 поддержанных РФФИ грантов по различным конкурсам. По нейтринным исследованиям в этом году — три текущих гранта, три только закончились и готовится несколько заявок по новым конкурсам 2017 г. С РФФИ мы начали дружить с самого начала основания организации — 25 лет назад. Хочу подчеркнуть, что для участников проектов, прошедших и выигравших конкурс, это не только материальная поддержка, но еще и признание научной значимости работ. Я как могу помогаю работе фонда, участвую в экспертных советах, когда речь идет о проектах, посвященных нейтринной физике или физике частиц. Как мы говорили, сейчас эта область очень перспективная и востребованная. Поэтому у нас есть обоюдная заинтересованность: и со стороны Курчатовского института в содействии фонда, и со стороны РФФИ в поддержке наиболее актуальных для страны исследований.

**— Почему нейтринная физика стала одним из популярных направлений развития фундаментальной науки?**

— Есть несколько причин. Во-первых, нейтрино по-прежнему остается той загадочной частицей, свойств которой мы до конца не понимаем. Например, мы до сих пор не измерили массу нейтрино, хотя уверены, что она существует и что она значительно меньше масс других фундаментальных частиц. Мы до сих пор не понимаем природу нейтринных осцилляций — переходов одного сорта нейтрино в другой при распространении нейтрино в пространстве, хотя наблюдаем это явление экспериментально. Эти свойства не могут быть объяснены в рамках современной теории элементарных частиц, так называемой Стандартной модели, и требуют новых подходов. Поиск ответов на эти вопросы расширяет наше понимание структуры материи.

Во-вторых, свойства нейтрино, по-видимому, оказывали существенное влияние на формирование крупно-

масштабной структуры Вселенной и ее наблюдаемую барионную асимметрию. Один из вопросов естествознания, волнующих современных ученых, — почему во Вселенной мы видим материю и не видим антиматерию, хотя в ходе экспериментов на ускорителях рождаются и частицы, и античастицы примерно в одинаковом количестве. Ответ может быть связан с нарушением фундаментальных симметрий в слабых взаимодействиях, в которых участвует нейтрино.

Другая глобальная проблема современного естествознания — это объяснение природы скрытой массы Вселенной. Астрономические наблюдения последних десятилетий свидетельствуют о наличии во Вселенной неизвестной материи, которая проявляет себя только через гравитационное взаимодействие. Есть предположение, что именно новые, пока не обнаруженные типы нейтрино ответственны за эту таинственную субстанцию, что стимулирует значительный интерес к их поискам как возможного кандидата на роль темной материи.

Кроме того, нейтринная физика очень плодотворно взаимодействует с другими науками — с астрофизикой, астрономией, геофизикой. Поскольку нейтрино крайне слабо взаимодействуют со средой и могут пронизывать огромные расстояния в веществе без взаимодействия, нейтринное излучение используется в качестве зонда, чтобы заглянуть вглубь Солнца, Земли и понять, какие процессы там протекают. Ведется поиск нейтрино от различных астрофизических объектов, сверхновых звезд, и такие эксперименты сейчас активно развиваются.

**— Как же удается детектировать нейтрино, если его масса ничтожно мала и эта частица практически неуловима?**

— Действительно, нейтрино трудно обнаружить, поэтому экспериментальные исследования предъявляют большие требования к современным технологиям, которые могут обеспечить масштабность нейтринных детекторов, высокоточные и надежные измерения, ультранизкий радиоак-

## ЯЗЫКОМ ЦИФР

Ежегодно на московскую площадку Курчатовского института приходится около 100 поддержанных РФФИ грантов по различным конкурсам. По нейтринным исследованиям в этом году — три текущих гранта, три только закончились и готовится несколько заявок по новым конкурсам 2017 г.





тивный фон. Так, нейтринные детекторы создаются с учетом самых современных материалов и технологий.

С другой стороны, в ходе нейтринных исследований открываются новые технические решения, которые оказывают большое влияние на появление и развитие новейших технологий для различных применений в промышленности, медицине, экологии и т.д. Развиваемая уникальная экспериментальная база нейтринных исследований трансформируется в коммерческие продукты на различных высокотехнологичных рынках. Пример — новаторская разработка НИЦ «Курчатовский институт» по регистрации реакторных нейтрино, которая положила начало новой концепции управления и мониторинга ядерного реактора.

Уникальные технологии регистрации нейтрино дают основу и возможность построения высокочувствительных инструментов и приборов для измерения других ядерных излучений — гамма-квантов и нейтронов,

используемых для решения практических проблем радиационной разведки и контроля, задач двойного назначения.

Поэтому нейтринная физика сегодня стала локомотивом внедрения самых передовых технологий в практику.

**— Сегодня российские физики, изучающие нейтрино, участвуют в масштабных международных проектах. А с чего начинались исследования этой неуловимой частицы в России?**

— Интенсивные исследования в области физики нейтрино и слабых взаимодействий начались в середине прошлого века. Тогда же в России, и в частности в институтах НИЦ «Курчатовский институт», начала создаваться экспериментальная база, которая благодаря государственной поддержке до конца 1980-х гг. обеспечивала нам мировой уровень исследований, а по ряду направлений российские ученые были лидерами в нейтринной физике.

*М.Д. Скорохватов считает, что у нейтринной физики большой инновационный потенциал*

Нейтринный детектор внутриреакторного контроля проходит последние испытания в лаборатории Курчатовского института



В Курчатовском институте были выполнены пионерские работы по изучению бета-распада нейтрона и ядер, определению параметров распада мюона и гиперонов. В 1960-е гг. начались исследования по физике нейтрино, а в 1970-х гг. были созданы уникальные нейтринные лаборатории вблизи реакторов на Ровенской АЭС, расположенной в Украине, и в Красноярске. Были выполнены также уникальные исследования свойств и взаимодействий реакторных антинейтрино, был впервые предложен метод практического использования нейтрино для контроля атомных реакторов. Производство в Курчатовском институте изотопно-обогащенных материалов позволило провести рекордные по чувствительности поиски безнейтринного двойного бета-распада ядер.

На ускорительном комплексе в Протвине в 1970-х гг. был создан нейтринный канал, обладавший лучшей в мире эффективностью. С использованием нескольких поколений детекторов на нейтринном пучке были проведены исследования мирового уровня по изучению взаимодействия нейтрино и антинейтрино с нуклонами по каналам заряженных и нейтральных токов, получены ограничения на параметры нейтринных осцилляций и образование новых нейтральных лептонов.

Хочу подчеркнуть также, что теоретические исследования ученых НИЦ «Курчатовский институт» приобрели широкую мировую известность.

Проблемы начались на рубеже 1980–1990-х гг., когда с развалом СССР развитие отечественной экспериментальной базы сначала затормозилось, а затем и вовсе прекратилось. Возобновить финансирование отечественных проектов, хотя бы на минимальном уровне, удалось в том числе и за счет грантов Российского фонда фундаментальных исследований, 25-летие которого мы отмечаем в этом году. Одна из важнейших задач, которую решал фонд с самого начала, представляя поддержку инициативным проектам, — сохранение отечественной исследовательской базы, научных коллективов и научных школ.

**— Насколько значительным был вклад РФФИ в 1990-е гг. в сохранение науки в России?**

— Это было тяжелое время — и, конечно, не только для ученых. Могу сказать без преувеличения, что в конце 1980-х гг. наши специалисты играли выдающуюся роль в мировой науке. Началось интенсивное взаимодействие научных групп с иностранными учеными, которое привело к возникновению новых международных коллабораций в зарубежных научных центрах. Этот процесс шел, с одной стороны, организованно, в рамках поддержки Министерством



науки и РФФИ зарубежной экспериментальной базы и проектов, регламентируемых крупными научными соглашениями, в том числе межправительственного уровня. С другой стороны, к сожалению, в большинстве случаев этот процесс осуществлялся хаотично, без выработанной программы и учета национальных интересов, по принципу сотрудничества на базе имеющихся в руках ресурсов. В результате многие ученые уехали на Запад, а кто-то ушел из науки в более прибыльные отрасли.

Если вы посмотрите на возраст ученых, которые сейчас занимаются фундаментальной наукой в России, то увидите большой провал среди 30–50-летних. Это как раз возраст тех, кто в 1990–2000-х гг. ушел из науки.

Наша лаборатория в Курчатовском институте, которая лишилась возможности проводить исследования реакторных антинейтрино на Ровенской АЭС, смогла сохраниться, так как часть работ была перенесена на АЭС Франции, где и продолжились исследования с нашими зарубежными коллегами в рамках научного соглашения о сотрудничестве. Кроме того, большую помощь оказал РФФИ, который выделял гранты на наши исследования. Именно это позволило нам сохранить основной кадровый состав. Приблизительно 10–15 лет назад в РФФИ дополнительно к инициативным проектам появились проекты ориентированных фундаментальных исследований.

#### — В чем разница?

— Конкурс ориентированных фундаментальных исследований — это отбор небольшого числа проектов, порядка десяти, направленных на решение одной, наиболее актуальной сегодня научной задачи. И финансирование таких проектов значительно больше. Например, обычный грант РФФИ, выделяемый на инициативный проект, составляет 500 тыс. руб. в год. Сейчас на эту сумму ученому-экспериментатору можно купить всего лишь один электронный модуль. Очевидно, что с таким финансированием невозможно провести полноценное научное исследование. Подобные проекты скорее рассчитаны

на материальную поддержку текущего научного проекта или предварительные работы для создания научного задела. Размер же поддержки ориентированных фундаментальных исследований — до 5 млн руб. в год на проект. И это уже другой масштаб, позволяющий вести новые исследования на достойном уровне.

Хотелось бы также сказать несколько слов о той роли, которую играет сегодня РФФИ в привлечении молодежи к научным исследованиям. В этом направлении фондом был развернут целый комплекс мероприятий — конкурс научных работ «Мой первый грант», научные стажировки и обмены, поддержка молодых кандидатов и докторов наук, поддержка проведения молодежных школ и т.д. Все это обеспечило приток студентов, аспирантов и молодых специалистов в научные коллективы, что помогает решить ключевую проблему — закрепление молодежи в науке.

**— Сейчас реализуется сразу несколько крупных проектов, связанных с физикой нейтрино. Например, в Китае построили самую глубокую в мире подземную лабораторию для изучения этих частиц, а США планируют запускать пучок нейтрино из Фермилаба в Южную Дакоту. Чем объясняется такой всплеск интереса?**

— Если вы вспомните, когда создавались большие ускорители, например Большой адронный коллайдер в CERN, все ждали, что стоит повысить энергию — и посыплются открытия. Но этого не произошло. Безусловно, открытие новой частицы, бозона Хиггса, показало большие возможности ускорительного направления. Однако к настоящему времени у нас нет экспериментальных результатов на БАК, указывающих на необходимость расширения Стандартной модели элементарных частиц. В случае отсутствия новых открытий можно столкнуться с тупиковой ситуацией, в которой многочисленные теоретические подходы останутся без опоры на данные экспериментов.

А вот нейтринные исследования в XXI в. были и, по-видимому, будут весьма успешны. Открытие и исследование осцилляций нейтрино,

#### ТОЛЬКО ФАКТЫ

В НИЦ «Курчатовский институт» был создан опытный образец индустриального детектора, предназначенный для дистанционного мониторинга атомного реактора по характеристикам потока антинейтрино. Он создавался учеными несколько лет и частично — на средства РФФИ.

отмеченные двумя Нобелевскими премиями в 2002 г. и в 2015 г., подтвердили факты проявления физики за рамками современной теории — Стандартной модели. Своего решения ждут и другие проблемы, о которых мы говорили раньше, — это значения и иерархия масс нейтрино, нарушение фундаментальных симметрий, вопрос о тождественности нейтрино и антинейтрино. И поэтому многие ученые обратились к области, где открытия лежат на поверхности, — к физике нейтрино. Неслучайно в тех же США приоритетные исследования сейчас сосредоточены на нейтринной физике. Дополнительным фактором служит большой инновационный потенциал этой области.

**— В каких проектах сейчас участвует Курчатовский институт?**

— Один из центральных международных проектов — *Borexino*, который проводится в Национальной лаборатории Гран-Сассо в Италии. Сейчас в Гран-Сассо готовится большой проект по поиску темной материи — *DarkSide*. Как мы говорили раньше, ученые сегодня не понимают, что представляет собой скрытая масса Вселенной. Одно из предположений: она состоит из частиц, которые пока не открыты. Наиболее обоснованна гипотеза, согласно которой это некие массивные слабо взаимодействующие частицы, аналогичные нейтрино. Если это так, мы намерены наблюдать рассеяние этих частиц на ядрах аргона. Сейчас в Гран-Сассо строится специальный детектор. Масса аргона в уже работающем прототипе детектора — всего 50 кг, а в будущем она будет увеличена до 20 т, то есть это еще один гигантский детектор.

**— В предыдущих экспериментах ученые активно искали осцилляцию нейтрино. Что сегодня известно об этом свойстве?**

— Гипотеза о нейтринных осцилляциях, выдвинутая Бруно Понтекорво 60 лет назад, оказалась весьма плодотворной. В последние несколько десятилетий осцилляции активных нейтрино — переходы при распространении электронных, мюонных и тау нейтрино друг в друга — получили убедительные экспериментальные подтверждения. Было определено

большинство параметров осцилляций, хотя есть еще неизвестные, которые мы планируем продолжить исследовать.

В одном из международных проектов, эксперименте *Double Chooz* на АЭС во Франции, цель которого — прецизионное измерение одного из параметров осцилляций нейтрино, мы участвуем в рамках созданной Международной ассоциированной лаборатории, по соглашению между НИЦ «Курчатовский институт», РФФИ и Национальным центром научных исследований CNRS Франции. Этот параметр, так называемый угол смешивания тета-13, играет важную роль для предсказаний ускорительных нейтринных экспериментов с длинной базой. Аналогичные измерения проводятся сейчас на АЭС в Китае и Республике Корея, а методика этих экспериментов была разработана учеными НИЦ «Курчатовский институт».

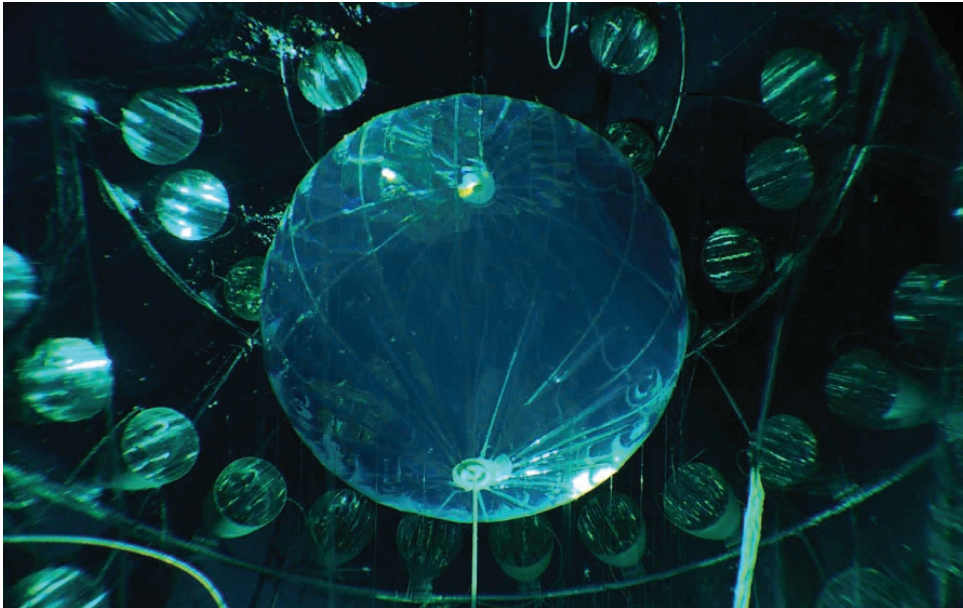
Процесс нейтринных осцилляций можно записать довольно простым уравнением, а глубинную сущность и природу этого явления физики пока не разгадали. Здесь мы близко подходим к следующим вопросам. Тождественно ли нейтрино своей античастице? Существуют ли другие, очень тяжелые, типы нейтрино, которые пока не открыты? Сейчас мы готовим некоторые научно-исследовательские разработки, направленные на подготовку нового проекта по поиску тяжелых нейтрино на ускорителе в *CERN*. Если мы обнаружим эти частицы, то приблизимся к разгадке нейтринных осцилляций, темной материи и т.д. Все эти проблемы тесно связаны.

Если возвращаться к вашему вопросу о популярности нейтринных исследований, то многие открытия, которые продвинул фундаментальную науку на шаг вперед, лежат в области физики этой частицы. Показателен здесь и интерес молодежи к нейтринным исследованиям, который мы наблюдаем на кафедре физики элементарных частиц Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». На этой базовой кафедре НИЦ «Курчатовский институт» год от года растет число заявок от студентов, которые хотят обучаться в магистратуре

## ТОЛЬКО ФАКТЫ

Развиваемая уникальная экспериментальная база нейтринных исследований трансформируется в коммерческие продукты на различных высокотехнологичных рынках. Пример — новаторская разработка НИЦ «Курчатовский институт» по регистрации реакторных нейтрино, которая положила начало новой концепции управления и мониторинга ядерного реактора.





Экспериментальная установка STF — прототип многозадачного нейтринного детектора Vogexino в Национальной лаборатории Гран-Сассо (Италия)

именно по этому направлению. Часть занятий для студентов кафедры мы перенесли на площадку Курчатовского института, где им преподают ученые, непосредственно занятые сегодня в научных исследованиях. Опыт показывает, что студенты остаются там, где им предоставлены возможности для творческой и интересной работы. И мы благодарны руководству НИЦ «Курчатовский институт» и РФФИ, которые помогают создать условия для реализации потенциала молодежи в этой области исследований.

Мы надеемся, что поддержка нейтринной физики, в том числе и со стороны РФФИ, будет продолжена в России. Это направление не только вносит вклад в фундаментальную науку, но и имеет большое прикладное значение.

**— В каких областях уже удалось применить данные нейтринных исследований?**

— Физика нейтрино, как правило, ассоциируется с сугубо фундаментальной наукой, оторванной от практических задач страны и общества. Однако такое мнение сегодня глубоко ошибочно.

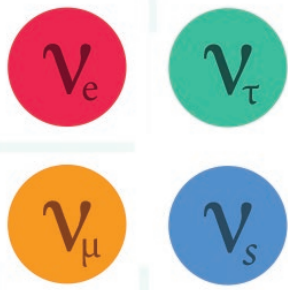
В частности, видное место в наших работах занимают разработки и внедрение нейтринных технологий в интересах атомной отрасли. Одна из таких разработок направлена на обеспечение АЭС уникальными средствами внутриреакторного

контроля на базе создания промышленных детекторов реакторных антинейтрино. Научные основы нового метода были разработаны специалистами Курчатовского института в экспериментах на Ровенской АЭС и получили признание МАГАТЭ и ведущих мировых научных центров. Сегодня работы по нейтринному контролю для обеспечения безопасной эксплуатации атомных реакторов и режимов гарантий нераспространения ядерных материалов уже широко востребованы и развиваются не только в России, но также в США, Франции, Южной Корее, Китае, Японии и других странах.

В НИЦ «Курчатовский институт» был создан опытный образец индустриального детектора, предназначенный для дистанционного мониторинга атомного реактора по характеристикам потока антинейтрино. Он создавался учеными несколько лет и частично — на средства РФФИ.

**— Как вы предлагаете использовать нейтрино для контроля АЭС?**

— Ядерный реактор — мощный источник нейтринного излучения, которое образуется в результате цепной реакции в активной зоне реактора. Это излучение беспрепятственно выходит за пределы всех защитных сооружений и в настоящее время никак не используется, хотя несет подробную информацию о выработанной мощности, состоянии активной



Современной физике известно о наличии трех типов нейтрино: электронные ( $\nu_e$ ), мюонные ( $\nu_\mu$ ) и  $\tau$ -нейтрино ( $\nu_\tau$ ). Существуют теоретические предположения, предсказывающие существование четвертого типа нейтрино — стерильного нейтрино ( $\nu_s$ ). Однако экспериментального подтверждения его существования пока нет.

зоны реактора и ее изотопном составе, включая выгорание изотопов урана и накопление изотопов плутония. Поэтому дистанционная регистрация нейтринного излучения не требует подключения детектора к системам АЭС и обладает определенной живучестью, то есть устойчивостью, даже в случае разрушения реактора.

Таким образом, на АЭС можно установить автономный нейтринный детектор, который будет работать в режиме черного ящика и постоянно передавать данные в управляющий или контрольный центр, поставляя информацию об энерговыработке, изотопном составе ядерного топлива. В случае сбоя или аварии реактора внутриреакторные приборы контроля могут быть обесточены или даже разрушены. Так, специалистам во время аварий на АЭС — Чернобыльской и на Фукусиме — было непонятно, протекает или нет цепная реакция в разрушенных реакторах. Но автономный нейтринный прибор будет вести измерения даже после аварии.

Кроме того, нейтринные методы контроля не подвержены фальсификации, и разработка компактных нейтринных приборов контроля представляет интерес для поддержания гарантий нераспространения при поставках реакторов в третьи страны. Когда реактор АЭС загружается свежим топливом, в первые месяцы нарабатывается оружейный плутоний, который может быть извлечен для незаконного производства ядерного оружия. И эксперты МАГАТЭ признают, что нет действенных методов контроля над этим процессом: пломбы, камеры наблюдений — все данные можно сфальсифицировать. Единственный способ, который подделать невозможно, — это использование нейтринного метода контроля. По данным с нейтринного детектора в течение одного часа проверяющие контролеры смогут выявить остановку реактора и организовать инспекцию для предотвращения незаконных действий.

— **МАГАТЭ дало добро на использование подобного детектора?**

— Эксперты организации признают научные основы нейтринных

технологий и поддерживают развитие нейтринного метода контроля реакторов. Однако для внедрения необходима разработка промышленного прибора, допускающего тиражирование, и его испытания в демонстрационном эксперименте. В этом направлении и ведутся работы как в НИЦ «Курчатовский институт», так и в ведущих научных центрах зарубежных стран.

А теперь представьте, что такой детектор создан, испытан, готов к эксплуатации и МАГАТЭ обязует все страны устанавливать его при строительстве АЭС для обеспечения режимов гарантий нераспространения. То есть государство, которое создаст такое устройство, станет монополистом в продаже реакторов. И если это будут США, где подобные исследования идут самым активным образом, не исключено, что у других стран возникнут препятствия для строительства АЭС.

А в долгосрочной перспективе нейтринный детектор может в принципе заменить службы управления атомными реакторами. Так, при строительстве АЭС на установку всех приборов внутриреакторного контроля тратятся значительные средства. Может ли их заменить один универсальный прибор, подходящий для всех типов реакторов? Многие страны — не только Россия и США, но и Франция, Япония и даже Южная Корея — работают в этом направлении. Очевидно, что конкуренция в этой области будет только нарастать.

— **На каком этапе создания детектора находится Курчатовский институт?**

— Сейчас детектор проходит лабораторные испытания. Хотелось бы подчеркнуть, что это первый опытный образец промышленного детектора и в его сооружении принимали участие специалисты разных организаций России. Мы планируем установить его на Калининской АЭС для реализации демонстрационного эксперимента. Атомная отрасль, которая, безусловно, выступает флагманом технологической модернизации РФ, всегда служила компетентным заказчиком и потребителем новых инновационных подходов. Поэтому мы надеемся, что развитие работ в этом



направлении будет осуществляться при поддержке и в тесном контакте со специалистами ГК «Росатом».

У нас уже есть идеи, как создать более компактные детекторы, которые можно использовать для мониторинга нейтринного потока от ядерного реактора. И, наоборот, масштабирование промышленных экспериментальных комплексов открывает перспективы для разработки нейтринных методов контроля и инвентаризации хранилищ отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Долговременные глобальные хранилища могут аккумулировать значительные количества ОЯТ. Очевидно, что приборы альфа-, бета- и гамма-излучения обеспечивают контроль только внешних слоев радиоактивных веществ. Поток антинейтрино от долгоживущих бета-активных осколков деления — это единственный вид излучения, который без ослабления выходит за пределы защитных слоев и инженерных сооружений, предназначенных для безопасного хранения высокорadioактивного вещества. Поэтому дистанционные измерения объемной радиоактивности становятся вполне реальными (аналогично измерениям потоков нейтрино из центра Солнца).

Технологии сооружения детекторов нейтрино, обладающих предельно высокой чувствительностью к ядерным излучениям, создают основу для развития уникальных направлений приборостроения, востребованных в том числе для задач военно-промышленного комплекса. В Курчатовском институте имеется опыт создания систем гамма- и нейтронной радиационной разведки и контроля, основанный на исследованиях разработках нейтринных детекторов. Часть разработок для создания вертолетных комплексов военного и гражданского назначения была уже внедрена и применялась на практике.

**— Какие еще «побочные эффекты» есть у исследований нейтрино?**

— Глубокая взаимосвязь научных исследований с запросами общества общеизвестна. Фундаментальные исследования всегда брали от общества передовые технологии, уникальные

материалы и производственные возможности. Продвижение вглубь микромира требовало все более совершенных промышленных и вычислительных технологий, все более крупных и сложных экспериментальных комплексов. С другой стороны, общество получало не только новые знания, но и освоение принципиально новых явлений, методов и технологий, которые находили широкое применение в различных гражданских и оборонных областях.

Что касается нейтринных исследований, то в перспективе, вероятно, будут продолжены работы, связанные с созданием технологий получения ультрачистых материалов, с совершенствованием фотосенсоров, с отработкой методов накопления, передачи и обработки больших объемов информации и т.д. Сверхчистые жидкости сегодня востребованы в медицине и фармакологии, а сверхчистые материалы — в электронной промышленности. В ближайшие годы мы хотели бы наладить промышленное производство жидких сцинтилляторов, широко используемых в нейтринных исследованиях. В России их невозможно купить — в мире их делает лишь одна фирма и продает по большой цене. И с учетом курса на импортозамещение это крайне актуальная вещь. Другое безусловно важное направление — разработка детекторов для медицины.

Одна из многообещающих идей, которая рассматривается уже много лет, связана с разработкой нейтринных коммуникаций. Технология нейтринной связи уже проходит экспериментальное обоснование в зарубежных центрах. Количество предложений растет, хотя их практическая реализация кажется пока чрезвычайно сложной задачей.

До деталей предвидеть развитие нейтринной физики и ее «побочные выходы» невозможно, но совершенно точно можно сказать, что дальнейшие нейтринные исследования не только помогут продвинуться вглубь понимания материи и устройства Вселенной, но также будут востребованы во многих областях современной жизни. ■

## ТОЛЬКО ФАКТЫ

*Астрономические наблюдения последних десятилетий свидетельствуют о наличии во Вселенной неизвестной материи, которая проявляет себя только через гравитационное взаимодействие. Есть предположение, что именно новые, пока не обнаруженные типы нейтрино ответственны за эту таинственную субстанцию, что стимулирует значительный интерес к поискам их как возможного кандидата на роль темной материи.*

# Эксперимент *Borexino*: поймать сверхновую и проникнуть вглубь Солнца

Международный эксперимент *Borexino*, который проводится в подземной лаборатории Национального института ядерной физики Италии (*INFN*), расположенной в горном массиве Гран-Сассо в центре Апеннин, в этом году отмечает десятилетие сбора данных. Именно здесь физики со всего мира в 2007 г. впервые осуществили спектральные измерения нейтрино с энергией менее 1 МэВ, рождаемые в ядерных реакциях в недрах Солнца. Что удалось узнать о нашей звезде за это время и какие задачи планируется решать в дальнейшем на детекторе *Borexino*, нам рассказал начальник лаборатории физики нейтрино НИЦ «Курчатовский институт»

**Евгений Александрович Литвинович.**

**— Евгений Александрович, в каких проектах по изучению нейтрино участвует ваша лаборатория?**

— У нас в лаборатории проходят несколько проектов, и каждый из них в разное время в той или иной степени поддерживался РФФИ. Один из них — *Borexino*, который реализуется в Национальной лаборатории Гран-Сассо в Италии. *Borexino* — это крупный детектор с массой сцинтиллятора около 300 т, который регистрирует нейтрино, летящие

от Солнца. Хотя детектор может регистрировать нейтрино из недр Земли и из дальнего космоса, то есть при вспышке сверхновой, основной задачей было как раз изучение нейтрино от Солнца. Было предложено регистрировать нейтрино очень низких энергий по их рассеянию на электронах. Начиная с 2007 г. мы осуществляем спектроскопию солнечных нейтрино в области энергий менее 1 МэВ. Ранее в этой области работали только радиохимические детекторы, которые не умели измерять энергию.

**— Какие данные удалось получить за десять лет работы детектора?**

— Все это время *Borexino* регистрировал нейтрино от различных термоядерных реакций на Солнце, причем не просто интегральный поток, а конкретно нейтрино от разных реакций. Так, физики впервые выделили сигнал от так называемых *pp*-нейтрино, которые образуются при слиянии двух протонов на Солнце. Ученые получили возможность с помощью нейтрино наблюдать за конкретными процессами в недрах звезды. Статья, посвященная этим результатам, была опубликована в престижном научном журнале *Nature*.



Е.А. Литвинович уверен, что физики узнают о вспышке сверхновой быстрее астрономов



### — Что удалось узнать о Солнце?

— По нашим данным, пока все происходит согласно ожиданиям, согласно предсказаниям солнечной модели. В этой теории сейчас более 20 параметров, все они известны на разных уровнях точности, причем далеко не всегда удовлетворительных. Один из таких параметров — содержание тяжелых элементов на Солнце. Данные *Borexino* могут помочь его скорректировать.

Мы рассчитываем, что *Borexino* сможет решить и еще одну задачу, которая в настоящее время по силам только этому детектору. Речь идет о регистрации нейтрино от CNO-цикла. Этот цикл, или, говоря проще, последовательность ядерных реакций — один из двух основных процессов термоядерного синтеза в звездах. Так, на Солнце в 99% случаев проходит протон-протонный цикл (*pp*-цикл), конечным продуктом которого становится гелий. В остальных случаях, то есть в 1%, — углеродно-азотно-кислородный цикл (CNO-цикл). Предположение о существовании CNO-цикла в звездах было сделано еще в 1930-х гг., но экспериментального подтверждения этой теории так и не получено.

— Сейчас в Гран-Сассо работает большая команда ученых из России. Какие установки *Borexino* были созданы Курчатовским институтом?

— При поддержке РФФИ мы создали в составе *Borexino* новый независимый электронно-измерительный комплекс, который позволил расширить спектрометрические возможности детектора. С его помощью уже получен ряд интересных результатов, но его роль будет особенно важна, если в нашей галактике вспыхнет сверхновая, которую мы ждем с 1987 г.

— Планируете регистрировать нейтрино от сверхновой?

— Да, это очень интересная задача, поскольку экспериментально нейтрино от сверхновой было зарегистрировано лишь однажды, в 1987 г. Сегодня создана сеть детекторов, в которую входит и *Borexino*, рассчитанных на регистрацию этого события. Дело в том, что нейтрино уносят



о вспышке сверхновой раньше астрономов, так как нейтрино достигнут детекторов раньше, чем всплеск увидят в телескопы. Физики даже смогут сообщить астрономам, куда направить телескопы, чтобы успеть изучить динамику звезды в процессе гравитационного коллапса. С точки зрения фундаментальной теории эволюции звезд это было бы очень важно.

Еще один масштабный проект, который был запущен силами коллаборации *Borexino*, — *DarkSide*. Проект посвящен поиску частиц темной материи. Согласно некоторым моделям, темная материя существует в виде слабо взаимодействующих тяжелых частиц. В свое время учеными МИФИ была предложена очень прогрессивная технология регистрации частиц по ядрам отдачи в сжиженных газах, которая сегодня применяется в ряде экспериментов по поиску частиц темной материи. По этой технологии в Национальной лаборатории Гран-Сассо сейчас работает прототип будущего детектора, в котором 50 кг жидкого аргона. А в будущем его массу увеличат до 20 т.

— Размеры впечатляют...

— Да, развитие экспериментальной нейтринной физики идет в сторону наращивания массы мишеней. Увеличение массы сцинтиллятора *Borexino* до 300 т позволило добиться уникальных результатов. А будущие детекторы станут еще масштабнее, как и, на что мы горячо надеемся, полученные на них открытия. ■

Беседовала Дарья Золотухина

В солнечной теории сейчас более 20 параметров, и некоторые из них — лишь предположения. Нейтринные эксперименты позволяют узнать о нашей звезде больше.

# В мире науки

SCIENTIFIC  
AMERICAN

## Наши партнеры:



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

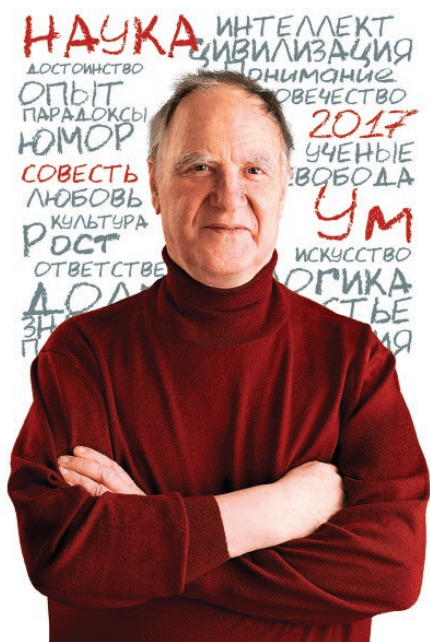
очевидное  
невероятное



ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

Научная Россия

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



## Учредитель и издатель:

Некоммерческое партнерство «Международное партнерство распространения научных знаний»

## Главный редактор:

В.Е. Фортвов

## Заместитель главного редактора:

С.В. Попова

## Ответственный секретарь:

О.Л. Беленицкая

## Зав. отделом российских материалов:

О.Л. Беленицкая

## Выпускающий редактор:

М.А. Янушкевич

## Администратор редакции:

О.М. Горлова

## Научные консультанты:

О.В. Белявский; акад. А.Г. Габиров; акад. А.П. Деревянко; И.А. Журбина;  
к.ф.-м.н. Е.А. Литвинович; акад. Ю.Ц. Оганесян; акад. В.Я. Панченко;  
акад. А.А. Потопов; акад. В.А. Рубаков; д.ф.-м.н. М.Д. Скорохватов; Я.В. Сорокотая

## Над номером работали:

В.С. Губарев, Д.В. Золотухина, В.Ю. Чумаков, Ю.С. Яроцкий

## Дизайнер:

Д.А. Гранков

## Верстка:

А.Р. Гукасян

## Корректур:

М.А. Янушкевич

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

В.Е. Фортвов

## Директор НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

С.В. Попова

## Заместитель директора НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.К. Рыбникова

## Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко

## Главный бухгалтер:

Ю.В. Калинкина

## Адрес редакции:

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

Иллюстрации предоставлены Scientific American, Inc.

## Отпечатано:

в АО «ПК «ЭКСТРА М», 143405, Московская область, Красногорский р-н, г. Красногорск, автодорога «Балтия», 23-й км, владение 1, д. 1

Заказ №9 17-09-00057

© В МИРЕ НАУКИ. Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати. Свидетельство ПИ № ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

Тираж: 12 500 экземпляров

Цена договорная

Авторские права НП «Международное партнерство распространения научных знаний».

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





ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

# Научная Россия



Взгляд на науку  
с пристрастием

**Актуальная информация** о науке и технике в России и в мире  
**Открытия** в разных областях фундаментальной и прикладной науки  
**Новости** из научных центров и вузов страны и мира

[scientificrussia.ru](http://scientificrussia.ru)





## « Наука

есть ясное познание истины,  
просвещение разума,  
непорочное увеселение жизни,  
похвала юности,  
старости подпора,  
строительница градов, полков,  
крепость успеха в несчастьи,  
в счастья — украшение,  
везде верный  
и безотлучный спутник ».

М.В. Ломоносов