

Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА

из первых рук

1 (7)
● январь 2006



ГОСУДАРСТВО ИЯФ:
РЫЦАРИ
КРУГЛОГО СТОЛА

ОБ АЛМАЗАХ —
НЕСОСТОЯВШИХСЯ
БРИЛЛИАНТАХ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ
ЭВОЛЮЦИЯ В
ПРОБИРКЕ

КАК СДЕЛАТЬ
ИДЕАЛЬНЫЙ
СНЕГ



НАУКА
как образ
ЖИЗНИ

ISSN 1810-3960



9 771810 396003 07



Дорогие читатели!

Первый месяц нового года для нашего журнала можно считать юбилейным: ровно два года назад вышел первый, пилотный выпуск «Науки из первых рук». Несмотря на неизбежные трудности, этот проект доказал свою жизнеспособность и востребованность. Мы надеемся, что в будущем наши встречи с вами станут более частыми и интересными.

В прошедшем году научное сообщество отмечало столетие теории относительности Эйнштейна, заложившей основу современной физики. В связи с этим Международный союз фундаментальной и прикладной физики, ЮНЕСКО и ООН объявили 2005 г. Всемирным годом физики. Одним из крупнейших физических научных центров не только России, но и мира является Новосибирск, в котором расположен знаменитый институт Сибирского отделения Академии наук — Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера. Недаром бытует легенда, что именно в его лабораториях и подземных переходах, так похожих на дубненские, снимался памятный фильм М. Ромма «Девять дней одного года». Героем этого шедевра советского киноискусства стал молодой физик-ядерщик, поставивший стремление к научному знанию превыше собственной жизни. В этом полном драматизма фильме выразилось отношение общества 1960-х к новой физике — науке, оказавшей в XX веке беспрецедентное влияние на жизнь и мировоззрение человечества.

Времена изменились, и в новом тысячелетии господство над умами оспаривают информатика и биотехнологии, генетика и социология... Означает ли это, что физика, лишенная прежнего романтического ореола, сдала свои позиции? Чтобы вы могли составить об этом собственное представление, мы приглашаем вас на экскурсию по Институту ядерной физики — одному из признанных лидеров в области исследований высоких энергий и элементарных частиц. Многие его результаты высочайшего научного качества безусловно достойны Нобелевской премии. Среди ваших экскурсоводов будут молодые физики, по сути герои нашего времени, для которых наука остается важнейшей составляющей жизни...

академик Н. Л. Добрецов,
главный редактор



В ИЯФе — новосибирском Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН — НЕ ЖАЛУЮТСЯ на УТЕЧКУ МОЗГОВ. **С. 26**

.01

ПРЕЗЕНТАЦИЯ

- 6 Экскурсия по государству ИЯФ
- 26 Рыцари Круглого стола

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ в ПРОБИРКЕ идет быстрее и эффективнее, чем в ПРИРОДЕ. **С. 50**

.02

ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ

Академик ДОБРЕЦОВ: «... при ВЫБОРЕ ПРОФЕССИИ КОЛЕБАЛСЯ. Во-первых, был председателем школьного литературного кружка: писал стихи, рассказы, рисовал...». **С. 68**

- 38 *Н.В. Полосьмак, В.А. Трунова,* Смертельное наслаждение. СИ обнаруживает убийцу
- 50 *А.В. Власов* Эволюция в пробирке
- 60 *А.Д. Павлушин* Сага о несостоявшихся бриллиантах



.03

МОНОЛОГ

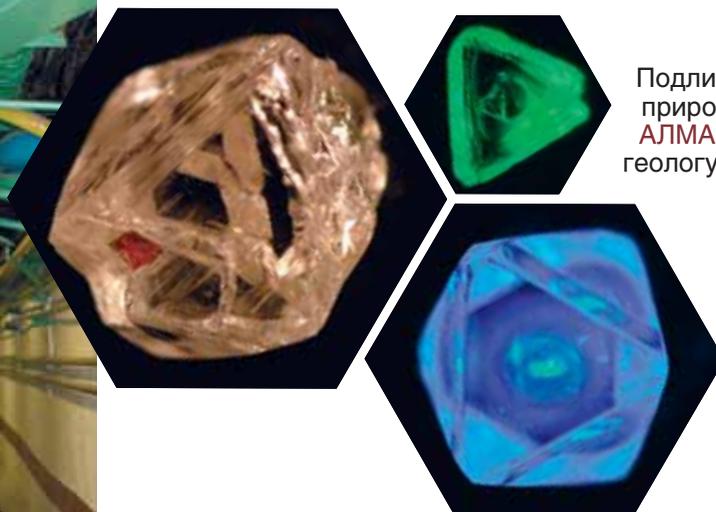
- 68 Академик Добрецов: происхождение и эволюция жизни



.04

БИБЛИОТЕКА

- 88 *В.И. Молодин* Илимское распятие



Подлинная **КРАСОТА** природного кристалла **АЛМАЗА** доступна только геологу. **С. 60**

На первой стороне обложки — кристалл алмаза в поляризованном свете. ИГАБМ СО РАН (Якутск). Фото А. Павлушина; на второй — в новосибирском Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, одном из ведущих физических центров России и мира



ДРЕВНИМ ПАЗЫРЫКЦАМ не следовало при воскурении **КОНОПЛИ** пользоваться посудой из **МЕДИ**. **С. 38**

.05

ВЕК ЖИВИ, ВЕК УЧИТЬСЯ

98

Ю.М. Яковлев

О ежах — зеленых и черных, круглых и плоских, съедобных и ядовитых...

ЮРТА семейства Кара-Сала стоит прямо **НА КУРГАНЕ** воина-скотовода, умершего **2,5 ТЫСЯЧИ ЛЕТ** назад... **С. 110**

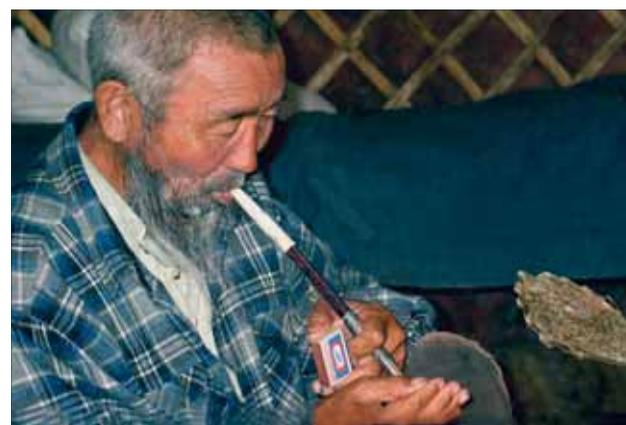
.06

АБОРИГЕНЫ СИБИРИ

110

А.А. Иконников-Галицкий

Чореме, хан и арака в тувинской юрте



.07

МАСТЕРСКАЯ

122

А.В. Коптюг, Й. Остром, Л.Г. Ананьев

Как сделать идеальный снег

СНЕЖНЫЕ ПУШКИ — **МИРНОЕ ОРУЖИЕ** стадионов и горнолыжных **КУРОРТОВ**. **С. 122**



Внешне эти **МОРСКИЕ ОБИТАТЕЛИ** похожи на бесшумные **МЕХАНИЧЕСКИЕ ИГРУШКИ**, созданные природой из озорства. **С. 98**





ЭКСПКУРСИЯ ПО ГОСУДАРСТВУ

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г. И. Будкера СО РАН — создан в 1958 г. на базе лаборатории новых методов ускорения московского Института атомной энергии, руководимого И. В. Курчатовым. Сегодня ИЯФ является признанным мировым центром в таких областях, как физика высоких энергий, физика плазмы, в том числе управляемый термоядерный синтез, синхротронное излучение, сопутствующие разделы прикладной физики. Двадцать лет институт возглавлял его основатель, академик Г. И. Будкер. После его смерти и доныне

ИЯФ

ИЯФом руководит академик А. Н. Скринский. Всего в институте, который помимо научных лабораторий имеет собственное мощное экспериментальное производство, работают около трех

тысяч сотрудников, примерно пятьсот из них занимаются научными исследованиями. Здесь базируются кафедры НГУ и НГТУ, ежегодно проходят практику более двухсот студентов и магистрантов.

Институт расположен в новосибирском Академгородке на проспекте академика Лаврентьева, 11, <http://www.inp.nsk.su>.

Ощутить во всей полноте уникальность и необычность ИЯФа может лишь человек со стороны. Как всегда, большое видится на расстоянии. И дело здесь не в масштабах, хотя со своим штатом в три тысячи человек институт сегодня является действительно самым крупным научно-исследовательским учреждением страны — за трудные для науки годы социальных и экономических потрясений он потерял всего 10% от своего доперестроечного состава. Однако к концу 1980-х научных

институтов такой и более величины были десятки — и где они теперь?

Необычность ИЯФа проступает даже в его названии. В Институте ядерной физики в основном занимаются не ядерной физикой, но так называемой физикой высоких энергий. Как говорят знающие люди, отец-основатель ИЯФа легендарный А. М. Будкер «скалькировал» название альма-матер, курчатовского Института атомной энергии, чтобы обеспечить своему сугубо мирному детству относительно безбедную жизнь. Вспомним — это были 1950-е...

В будничной жизни ИЯФа ощущается какое-то разумное организующее начало. Здесь удивляют не контрасты, но непривычные простота и логичность в организации «рабочего процесса». По традиции, введенной Будкером, Ученые советы института до сих пор проводятся за знаменитым круглым столом, на котором во время заседаний стоят до блеска начищенные, давно ставшие раритетными кофейники с настоящим свежесваренным кофе. Никакого растворимого сурrogата! И двери в этот зал никогда и не перед кем не запираются...

Круглые столы, большие и не очень, — не просто мебель, но вещественное воплощение системы взаимоотношений — встречаются в ИЯФе повсеместно. По слухам, их даже делают где-то здесь, в недрах его мастерских. А вот чего там не встретишь — секретарш в приемных институтского начальства, как, впрочем, и самих приемных. И еще — солидных табличек с должностями и фамилиями на дверях, даже — на директорском кабинете. В связи с предстоящим юбилеем последнего в институт, очевидно, зачастили визитеры — и какая-то

пытство, а заодно и поддерживать государственный престиж физикам приходится в значительной степени за свои деньги.

При этом на огромном опытном производстве ИЯФа выпускаются отнюдь не кастрюли и телевизоры. Уникальные научные и малосерийные промышленные установки покупают Китай, Корея, Германия, Швейцария... Можно, конечно, сожалеть, что такая большая часть производственного потенциала института тратится на поддержание зарубежной науки, но при этом невольно испытываешь гордость

то и дело мелькают симпатичные и умные молодые лица...

Конечно, стороннему человеку не видно всех проблем и трудностей, которые неизбежно присутствуют в жизни любого, пусть и успешно функционирующего, организма. Но зато ему легче увидеть главное: царящий в институте отчетливый «спирит», в котором улавливается ноты полузабытой атмосферы юного Академгородка и особой корпоративной культуры... И встреча с такой никем не декларируемой и такой несвоевременной чистотой помыслов, питаемой большой наукой



добрая душа наклеила под номерами комнат отпечатанные на принтере листочки с фамилиями...

В кабинете зам. директора Н. А. Завадского можно увидеть диплом от администрации новосибирской области и областного налогового управления, которым ИЯФ — научный институт! — был награжден как лучший налогоплательщик 2004 г. И этому перестанешь удивляться, когда узнаешь, что немалый бюджет института на четыре пятых состоит из собственных, заработанных средств. Сегодня удовлетворять свое любо-

за институт, обеспечивающий свое существование не продажей сырья и технологий. Мало кто в современном российском государстве может этим похвастать!

Большую часть заработанных денег институт вкладывает в самый важный и самый «благодарный» ресурс — людей, свою самую большую ценность, без которой любая уникальная установка является дорогостоящей грудой железа. В результате здесь не жалуются на утечку мозгов, и нет временного разрыва между поколениями. А в пульсовых ускорителях и подземных переходах ИЯФа

и к тому же помноженной на современный грамотный менеджмент, не оставляет равнодушным.

Здесь воочию убеждаешься, что дерево, посаженное почти 50 лет назад любящими и умелыми руками, выросло и окрепло, научилось противостоять напору стихий, принося плоды и укрывая в своей кроне молодые побеги. И да простят сотрудники ИЯФа высокий «штиль», так несвойственный этому институту, но пусть плоды с их дерева познания и дальше не будут горькими!

От редакции



Евгений БАЛДИН о себе:

Должность: научный сотрудник

Установка: детектор элементарных частиц «КЕДР»

Место рождения: г. Новокузнецк

Как попал в ИЯФ: в возрасте трех лет перевезен в Академгородок — шк. № 61 — шк. № 163 — шк. № 130 — НГУ с красным дипломом — ИЯФ

Закончить можно, как в Штирлице — семейным положением: не женат

Известно, что в таких областях, как медицина, психология и вопросы образования, все поголовно являются экспертами. Однако можно с полной уверенностью, хотя и с сожалением, констатировать, что в отношении ядерной физики (а также физики высоких энергий и элементарных частиц) абсолютное большинство человечества является полными «чайниками».

Поэтому можно понять трепет, который охватил представителей редакции журнала, впервые преступивших пределы такого гиганта высокой физики, как Институт ядерной физики СО РАН. К счастью, нам повезло: с нами был заботливый проводник — научный сотрудник ИЯФа Евгений Балдин. Мы предлагаем и нашим читателям присоединиться к нему в одной из многочисленных обзорных экскурсий — вполне обычному явлению в этом огромном научном государстве. В следующих выпусках нашего журнала эстафетную палочку экскурсовода примут его молодые коллеги



ЭКСКУРСИЯ

элементарно об элементарном

Предисловие. Вначале экскурсии были «дикие». Ученый секретарь отлавливал экскурсовода и давал задание на «окучивание» очередной группы. Так продолжалось долгие годы. Но наступило время, когда стало понятно, что при возрастающем объеме экскурсантов это благое дело на одном человеке и его дружеских отношениях с сотрудниками установок долго не продержится. Нужно создать структуру. С дирекцией института договорились об оплате труда добровольных экскурсоводов и бросили ключ. Сейчас в институте есть около трех десятков молодых людей, которые могут провести экскурсии на девяти крупных установках. За год через нас проходит около тысячи старшекласников.

Стою на проходной. Жду. Объявились позавчера: это уже известная нам 86-я школа — там хороший преподаватель физики. По телефону сказали, что будет около пятнадцати человек: все желающие из старших классов. Идут — мама дорогая! — двадцать человек, причем больше половины — девушки. Когда проходят через пропускной пункт, интересуюсь: «Почему людей больше?». Отвечают: «Очень хотели». Ладно, двадцать человек еще можно выдержать, на две группы разбивать не будем. Хотя непонятно, почему так много девушек приходит к нам на экскурсию, тогда как на физическом факультете НГУ (Новосибирский государственный университет) их всего десять процентов? Загадка природы.

Провожу в конференц-зал. Лектор уже подготовился. Все устраиваются — я тоже остаюсь. Гаснет свет, на экране картинка с изображением фасада института.

«Здравствуйте, вы находитесь в главном конференц-зале Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, или попросту ИЯФа. ИЯФ — институт уникальный. Это самый большой академический институт в стране».

Я слышал это введение уже не раз. Институт, в котором я работаю, действительно носит это название, но ядерной физики как таковой здесь нет. Название ему дали в то время, когда наука, которой здесь собиралась заниматься первая команда под предводительством Герша Ицковича Будкера (или иначе Андрея Михайло-

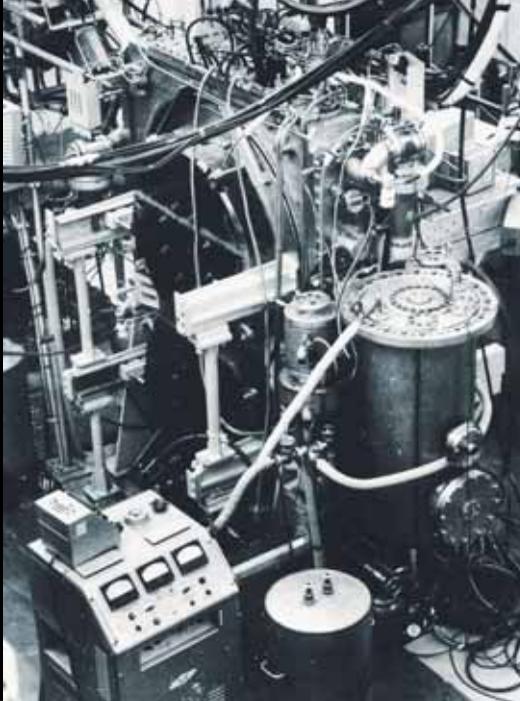
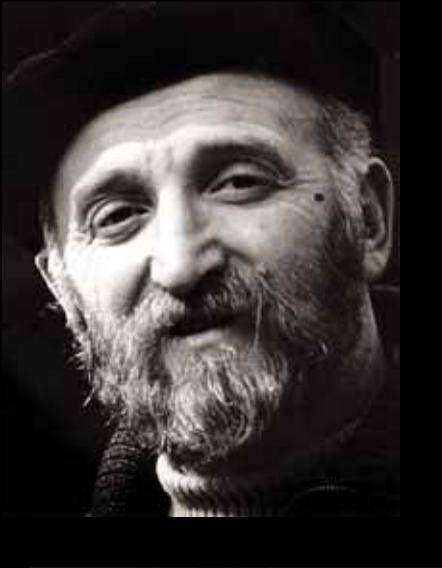


вича), фактически только зарождалась. Это — физика элементарных частиц, или просто ФЭЧ.

«Самое удивительное открытие прошлого века состоит в том, что ядра атома состоят из нуклонов — нейтронов и протонов, а те в свою очередь — из кварков. Вместе с электронами кварки составляют основу мира, являясь теми элементарными кирпичиками, из которых, по нынешним представлениям, и состоит вещество».

Подумать только! Все, что мы видим, состоит всего из трех «кирпичиков» (электрон и два кварка: верхний и нижний). Химия много столетий пыталась разобраться с миром, в основе которого лежит такая простота. Эти и все остальные — как минимум еще девять (мюон, тау-лептон, три вида нейтрино и еще четыре кварка без учета античастиц и переносчиков взаимодействия) — элементарные «кирпичики» как раз и являются объектами ФЭЧ.

Чтобы понять, как частицы ведут себя, приходится делать детекторы элементарных частиц, которые умеют считать каждый фотон, вылетевший из экспериментальной области. Электроника должна быть доведена до совершенства, чтобы измерять временные интервалы в сотни пикосекунд. Сложная задача заставляет искать принципиально новые способы взаимодействия с реальным миром. С поиском приходит опыт.



1966 г., Г. И. Будкер*:

«Ускорители заряженных частиц — это микроскопы современной физики. <...> ...Мы можем судить о структуре наблюдаемого объекта по картине рассеяния на нем потока частиц: световых квантов в оптическом микроскопе, частиц высокой энергии — в ускорителе... <...> Основным объектом исследований современной физики высоких энергий являются элементарные частицы. При этом ускорители служат не только для изучения

их структуры, но и являются генераторами этих частиц. Число известных частиц с каждым годом увеличивается вместе с ростом предельной энергии ускорителей. Конечной целью этих исследований является создание теории ядерных сил и элементарных частиц, значимость которой для науки и практики человечества трудно переоценить.

Среди некоторой части физиков существует глубокое заблуждение, что эту теорию можно создать умозрительно... Опыт физики показывает, что этого почти никогда не бывает. <...> Для создания теории элементарных частиц... требуются эксперименты при энергии, превышающей современные возможности. Энергия частиц, получаемых в ускорителях, за последние десятилетия растет в геометрической прогрессии... <...> Но на пути этого великолепного движения возникли две существенные трудности. Первая... связана с тем, что современные ускорители достигли огромных размеров и стоимость наиболее крупных из них существенна даже для бюджета больших государств... <...>

Вторая трудность носит принципиальный характер. Когда энергия налетающей частицы превышает энергию покоя исследуемой, то большая часть энергии тратится на движение общего центра инерции двух частиц и лишь небольшая доля — на их относительное движение. Но именно эта доля и определяет предельную массу рождаемых новых частиц и возможности изучения их структуры... <...> ...Чтобы не иметь столь убыточного перехода из лабораторной системы координат в систему центра инерции, невольно напрашивается мысль совместить эти системы, направив частицы навстречу друг другу с равными импульсами...»

**Успехи физических наук, 1966 г., т. 89, вып. 4*

Первый ИЯФовский ускоритель на встречных пучках ВЭП-1 — уже музейный экспонат



Немного фантазии, чуть-чуть терпения, и получается малодозная цифровая рентгенографическая установка, которая за несколько секунд позволяет осуществить полное сканирование человека. Так как мы умеем считать каждый фотон, то полученная за сеанс доза уменьшается по сравнению со стандартной флюорографией почти в сто раз. Если же чуть усилить дозу, то можно просвечивать даже автомобили.

Сейчас основные усилия команды разработчиков направлены на то, чтобы пробиться на мировой рынок установок для досмотра в аэропортах. Преимуществ много: доза меньше той, что пассажир получает при полете (с увеличением высоты защита атмосферы ослабевает, и за длительный перелет пассажир получает годовую «разрешенную» дозу облучения); можно не раздеваться — зашел в кабинку, и все (даже то, что попытался спрятать в желудке) видно на экране благодаря высокой контрастности полученного изображения. Подобные установки нельзя сделать с нуля. Необходим опыт, который набирается лишь при попытках решить почти невозможную задачу без оглядки на имеющиеся ресурсы. Потому что нельзя предсказать, что именно потом пригодится.

«Исследовать элементарные частицы сложно. Их нельзя пощупать руками или пинцетом (они меньше атомов), их нельзя увидеть ни в какой микроскоп, их нельзя долго хранить: они гибнут или улетают. Поэтому делают так: разгоняют стабильные частицы (электроны, протоны или позитроны) почти до скорости света, сталкивают их и смотрят, что рождается и как оно себя ведет. Для получения и разгона электронов и позитронов применяют устройства, называемые ускорителями».

Младший брат ускорителя — обычный телевизор. Там разгоняют пучок электронов и высаживают на экран. В результате мы видим светящуюся точку того или иного цвета в зависимости от того, куда попал пучок электронов. Но в ускорителе энергия пучков в миллион и даже в миллиард раз больше. Зачем такие энергии нужны в народном хозяйстве, на первый взгляд непонятно.

Действительно, очень большие ускорители — очень дорогие инструменты, но создание таких машин позволяет отработать технологию и теорию до совершенства. Размеры пучков в машине меньше иголки. В нашем далеко не самом большом в мире ускорителе ВЭПП-4М они должны преодолеть расстояние около четырехсот метров, чтобы столкнуться лоб в лоб. Сталкиваются друг с другом такие «иголки» с частотой миллион раз в секунду, а скорость их отличается от скорости света всего на несколько десятитысячных долей процента. За время своей жизни эти «иголки» покрывают расстояние от Солнца до Плутона.

То, что мы умеем создавать подобную технику, дает возможность нашему институту участвовать в создании для зарубежных научных объединений действительно больших машин — первоклассных инструментов, необходимых для познания устройства мира. Например,



История, рассказанная старшим научным сотрудником ИЯФа Михаилом Александровичем Шеромовым:

В этом кубике из оргстекла в прямом смысле запечатлены «следы невиданных зверей» — электронов с высокими энергиями. Кубик поставили на пути пучка электронов из ускорителя с энергией в несколько МэВ — достаточной для того, чтобы они могли проникнуть внутрь. Электроны — заряженные частицы, поэтому, попав в изолятор, не пропускающий электрический ток, там и остались. Образовался достаточно большой внутренний заряд. Если после этого приложить к кубику какое-нибудь острое, то вблизи него возникает мощное электрическое поле, которое приводит к пробоям. (Огни Святого Эльма имеют ту же природу — острия мачт на кораблях светятся во время грозы.) Наш кубик был нечаянно прислонен просто к пряжке ремня — произошел автоматический пробой: кубик засверкал, и внутри образовалось причудливое деревце. К счастью, обошлось без неприятных последствий — заряд был небольшим





Конверсионная мишень, откуда «выбиваются» электроны — такая исчезающе малая на фоне огромных ускорителей — необходимая часть электронной пушки

Празднование рождения ипсилон-мезонов на ускорителе ВЭПП-4. 30 апреля 1982 г.





для большого адронного коллайдера ЛНС, который строится на границе Швейцарии и Франции в ЦЕРНе (главном европейском центре по исследованию элементарных частиц), было изготовлено несколько сот магнитов и сверхпроводящих шин. За эту продукцию ИЯФ получил знак «Золотой адрон».

Но и более мелкие промышленные ускорители имеют хоть и узкий, но устойчивый спрос. Хотя в последнее время возникла очень жесткая конкуренция со стороны, например, Японии и Китая, где государства выделяют на развитие ускорительных технологий колоссальные ресурсы. Но пока мы держимся и создаем ускорители для обеззараживания отходов производства, массовой стерилизации медицинских инструментов и материалов, протонной терапии рака, даже для обработки зерна в порту (что намного лучше, чем травить зерно фосгеном).

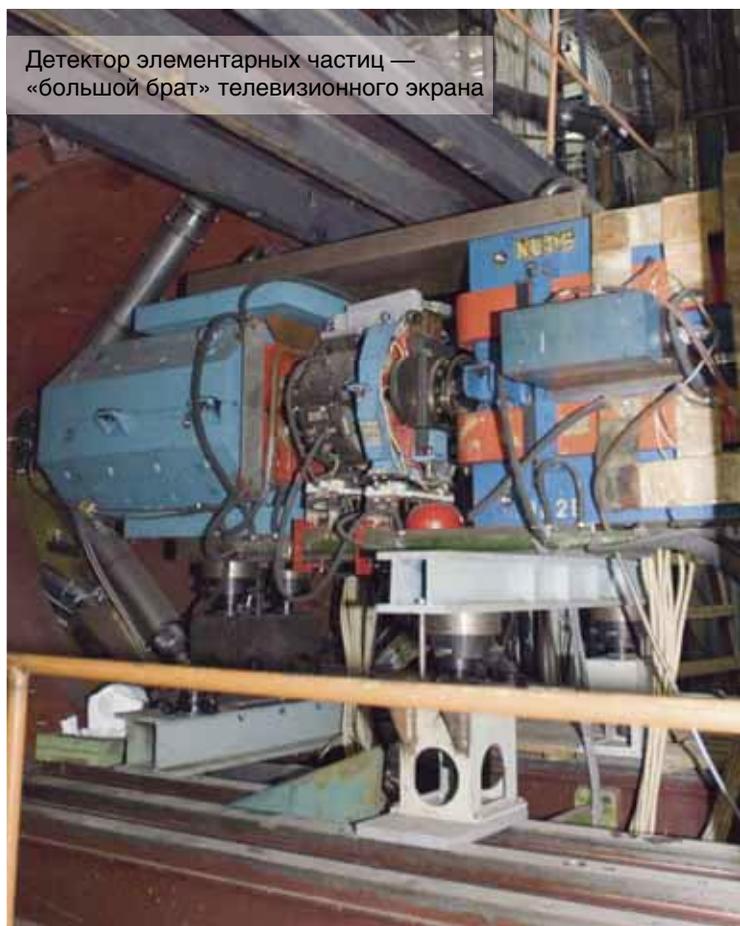
«Еще одно большое направление, которое давно развивается в нашем институте, — физика плазмы».

Сам факт, что более 90% видимого вещества во Вселенной является плазмой, заставляет изучать это четвертое состояние вещества (в этом состоянии атомы разваливаются на отдельные электроны и ядра) со всей тщательностью. Одна из основных целей изучения плазмы — термоядерная энергетика. В этом году было принято решение о строительстве во Франции первого в мире термоядерного реактора ИТЭР. Те установки, которые стоят у нас, не могут производить энергию. Когда во время экскурсии кто-то спрашивает молодых сотрудников ИЯФа, работающих на плазменных установках: «Что надо сделать, чтобы получить здесь термоядерную энергию?» — они мнутя и говорят: «Вот если бы длина установки была два километра...». А сейчас у нас длина установки всего пятнадцать метров. Может быть, оно и к лучшему — это не производственная, а действительно научная установка.

«Под воздействием плазмы вещества могут приобретать сверхпрочность, сверхтвердость, сверхнадежность. Все современные процессоры делаются

с использованием плазменных технологий. Плазменной струей можно резать толстый металл или ускорять космический корабль».

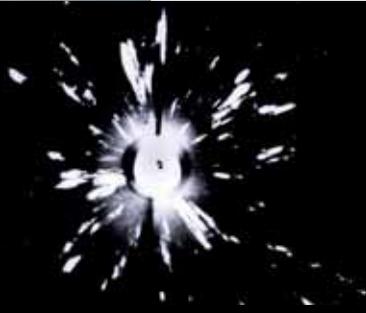
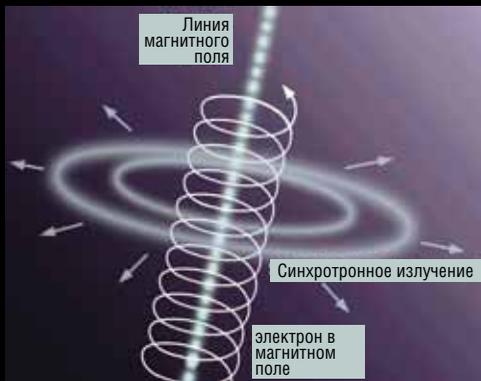
Имеются реальные проекты, но чтобы осуществить их, необходимо изучить «норов» плазмы. Например, на плазменной установке ГДЛ ведутся работы по созданию сверхмощного нейтронного источника. Его можно использовать, в частности, как компонент безопасного ядерного реактора. Кстати, плазменные установки во время экскурсий пользуются особой популярностью: они хотя и меньше ускорителей, зато полностью на виду и очень разнообразны по форме.



Детектор элементарных частиц — «большой брат» телевизионного экрана



Плазменная установка ГДЛ и ее команда



Применение СИ в геологии: дифракционная картина на кристаллической решетке природного алмаза. Таким способом можно узнать об условиях его зарождения и роста, т. е. о процессах, проходивших в недрах Земли миллионы лет назад

В космосе синхротронное излучение расходится от туманности как по воде круги от камня

«Пучки электронов и позитронов, движущиеся в магнитном поле с высокими скоростями, являются мощными источниками синхротронного излучения (СИ), которое широко используется для экспериментов специалистами различных областей науки и техники».

Синхротронное излучение это — то, с чем постоянно борются специалисты-ускорительщики, так как оно уносит часть энергии, которую с таким трудом только что закачали в пучок элементарных частиц. А для специалистов-синхротронщиков это фактически хлеб насущный.

Кого среди синхротронщиков только нет! Взрывники исследуют развитие взрыва: снимают настоящее кино, где длительность кадра одна миллионная доля секунды. Биологи облучают что-то, а затем радуются как дети: говорят, даже рак пытались выявить по структуре волос. Даже лимнологи, которые изучают озера, исследуют пласты ила со дна Байкала и Телецкого озера, чтобы заглянуть в прошлое и узнать, каким тогда был климат. Говорят, в свое время привозили облучать кабель для правительственной связи — срок службы увеличился примерно в два раза из-за появления дополнительных водородных связей в полимерах (даже пленка для парников после облучения служит четыре года вместо двух).

Сегодня мы пропустим в нашей экскурсии лазер на свободных электронах (Сибирский центр фотохимических исследований) — уникальную установку, разработанную в нашем институте и расположенную в отдельном здании за пределами ИЯФа. Этот, по сути,

ускоритель, служит источником излучения в дальнем инфракрасном диапазоне; использовать его можно в самых разных областях. Существуют проекты для коммерческих версий этого прибора. У нас же пока запущена только первая очередь.

«Фундаментальная наука добывает знания для человечества. Зачем конкретно пригодятся добываемые сейчас знания, пока не знает никто. Однако все достижения современной цивилизации стали возможными благодаря фундаментальным исследованиям 50–100-летней давности».

Существует миф о том, что фундаментальная наука в России не нужна, что мы проживем на газе и нефти. Глупо так думать. Во-первых, для обслуживания нефтяной и газовой промышленности нужно всего полмиллиона человек. Во-вторых, все это ненадолго. Во время первого

крупного падения цен на нефть развалился Советский Союз. Следующего падения цен при современном раскладе нам не пережить.

Чтобы быть развитой технологической страной, необходимы места, где готовятся квалифицированные специалисты. Эти кадры кует фундаментальная наука, и лишь она дает новые идеи. Никакой коммерческой фирме (за исключением разве что IBM) в голову не придет тратиться на исследования и обучение людей: это невыгодно, дешевле просто купить. Но что делать, если покупать будет негде?

Все. Лекция окончилась. Теперь я получаю этих ребят в свое полное распоряжение. Их надо отвести на мою установку и показать в реальности то, что они уже видели на экране. При этом меня будут спрашивать про крыс-мутантов, а я буду говорить, что «их здесь не водится». Девушки на высоких каблуках обеспечат себе мое пристальное внимание: лестницы к некоторым из установок явно не предназначены для подобной обуви. Безопасность во время экскурсии — самое главное.

Случается, что некоторые ребята задают действительно любопытные вопросы — это наши кадры. Ради них мы все это и устраиваем.



Роговский Юрий Анатольевич, аспирант,
старший лаборант, лаборатория 11

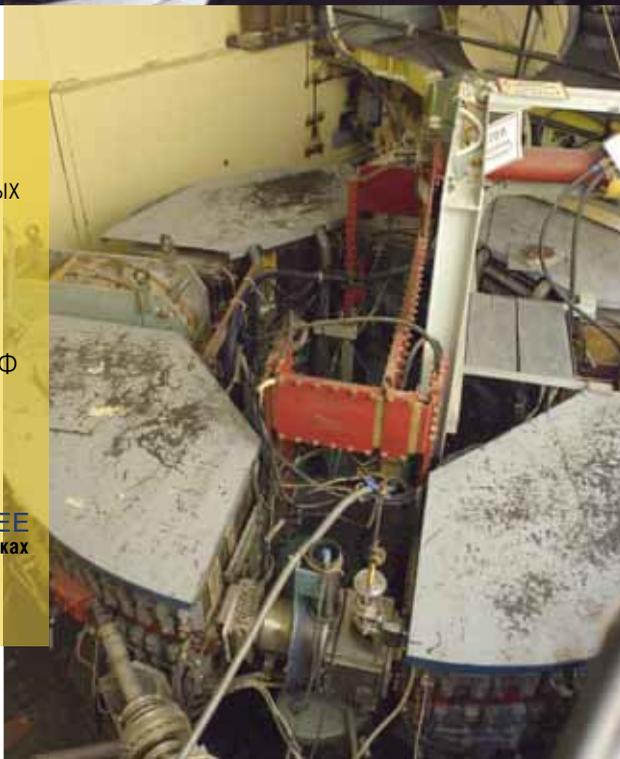
16

Родился я в 1982 году в г. Кокчетаве, КазССР. Как и все остальные ребята, ходил в школу и был довольно любознательным ребенком. Мой отец по профессии инженер-механик, так что с детства я видел много больших книг с формулами, стопки исписанной бумаги с расчетами. Всегда просил отца рассказать что-нибудь интересное. Помню, как мы с ним подогревали воду в закрытой пробирке и «стреляли» пробкой. А однажды смастерили генератор, который состоял из подковообразного постоянного магнита и вращающейся в нем рамки с ручным приводом, — квартиру, конечно, он осветить не мог, но лампочка карманного фонарика горела ярко. А еще у нас был самодельный работающий инкубатор, почти как в книге Николая Носова «Фантазеры».

В школе помимо уроков литературы, нравились точные науки — особенно геометрия, а в плане экспериментальной работы конечно же всегда привлекали химия и физика. Более десяти лет учился в музыкальной школе (пять лет — обязательный курс, а еще пять — просто для себя). Ближе к выпускным классам участвовал в городских и областных олимпиадах и, узнав о приезде выездной комиссии

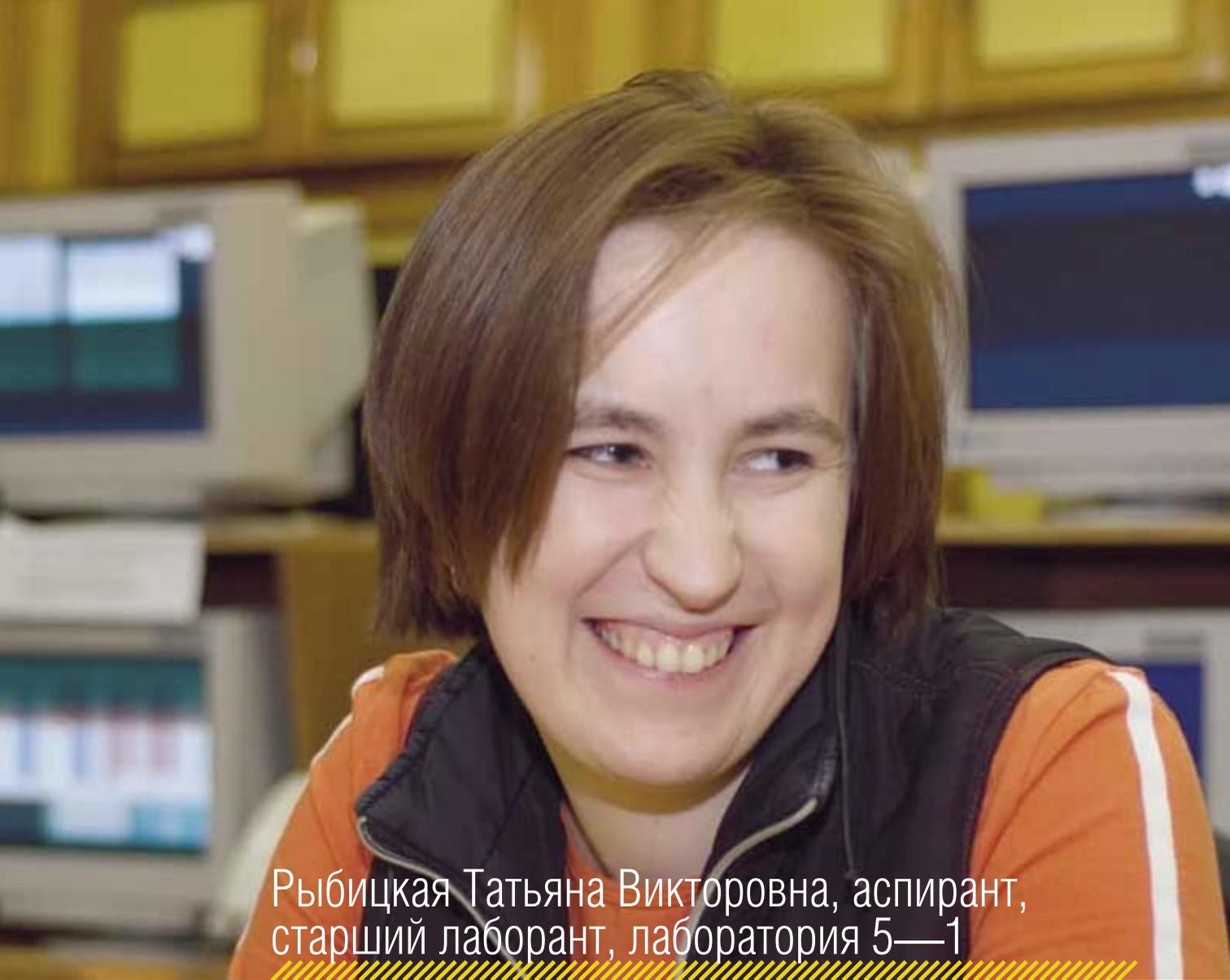
из Академгородка, решил сходить на собеседование — в результате попал в Летнюю школу. Потом ФМШ и физфак НГУ. С интересом слушал лекции по физике о непонятных тогда явлениях релятивистского сокращения времени и длины, а также о составных частях нуклонов — кварках, лептонах.

Выбирая в качестве специализации кафедру физики ускорителей (ИЯФ) хотел заниматься тем, что ужасно интересно было (все-таки было любопытно узнать, как заставить электрон с позитроном столкнуться и что из этого получится, и еще многое другое — неисследованное). Хотя, если даже отвлечься от конкретной специализации, заниматься физической просто безумно интересно. Хотя и довольно сложно, так как постоянно требуется много сил и времени для изучения чего-то нового, но я уверен, что овчинка стоит выделки. Поэтому, окончив НГУ, я работаю в Институте ядерной физики. И еще, я всегда помню слова своего деда, обращенные к отцу, которые звучали примерно так: «учись сынок, а я тебе помогу, чем сумею». Те же слова я слышал от отца, обращенные теперь уже ко мне.



Мы представляем наших будущих авторов — молодых ученых, которые расскажут об уникальных установках и исследованиях ИЯФ СО РАН

 **ПОДРОБНЕЕ**
в будущих выпусках

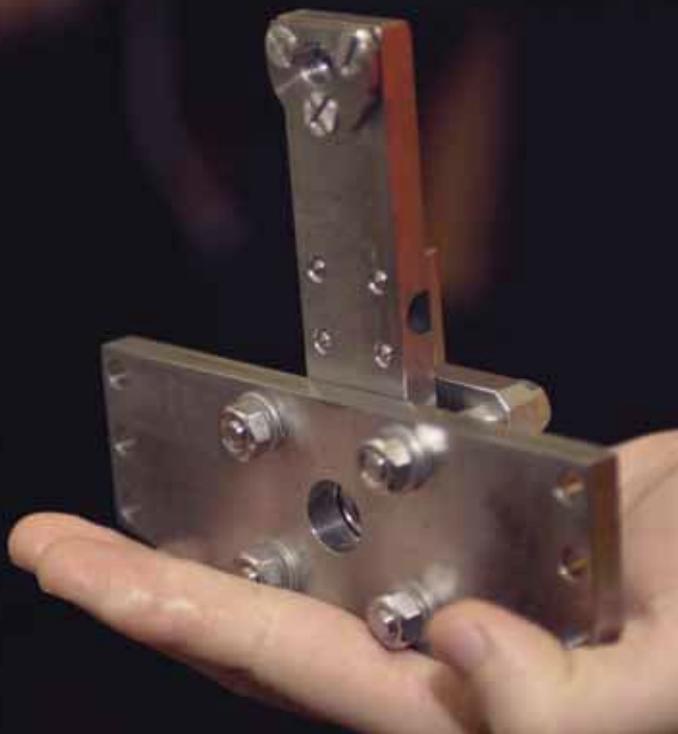
A portrait of Tatyana Viktorovna Rybickaya, a woman with short brown hair, smiling warmly. She is wearing an orange long-sleeved shirt under a dark vest. The background is a blurred laboratory setting with computer monitors and equipment.

Рыбичкая Татьяна Викторовна, аспирант, старший лаборант, лаборатория 5—1

Как я оказалась в ИЯФе? В общем-то, ничего удивительного нет в том, что я стала заниматься физикой: у нас это семейное дело. Мои родители — учителя физики, младшая сестра Ира сейчас тоже специализируется в области физики. Я не помню, чтобы нас с сестрой заставляли заниматься в детстве, но как-то у обеих обнаружилось склонности к точным наукам. Просто стало получаться лучше остального. Наверное, это наследственное.

А дальше было просто — олимпиады, ФМШ, университет... Помнится, мама пыталась уговорить меня поступить на математический, а Иру — на экономический факультет, но не особо старалась, поскольку и так было ясно, куда мы пойдем.

В университете я услышала про Институт ядерной физики, говорили, что там большие установки, что это сложно. Поэтому при распределении на 3-м курсе я выбрала кафедру, связанную с ИЯФ. Было интересно найти предел своих возможностей. И хотя сейчас я уже понимаю, сколько много всего надо знать, чтобы заниматься физикой, я не жалею о своем выборе. Самое главное в науке — то, что в ней нет пределов для развития, вряд ли мы когда-нибудь окончательно изучим все явления природы. Это-то и любопытно, всегда можно обнаружить что-то новое, неизвестное...





A close-up portrait of Andrei V. Anikeev, a man with short dark hair and a beard, wearing a plaid shirt. He is looking slightly to the right of the frame.

Аникеев Андрей Витальевич, старший научный сотрудник, к. ф.-м. н., преподаватель НГУ

Впервые пришел на установку ГДЛ в 1990 году как студент 2-го курса физфака НГУ для выполнения курсовой работы. Очень понравилось, так и остался. Распределился на кафедру физики плазмы. После окончания НГУ поступил в аспирантуру ИЯФ и закончил ее досрочно (на полгода) с защитой диссертации в мае 1995. Был победителем различных молодежных научных конкурсов, лауреатом премии Будкера СО РАН (1996), стипендиатом немецкого Фонда Александра фон Гумбольдта и много чего еще. В настоящее время — ведущий экспериментатор на установке ГДЛ, преподаватель кафедры физики плазмы НГУ, научный руководитель студентов.



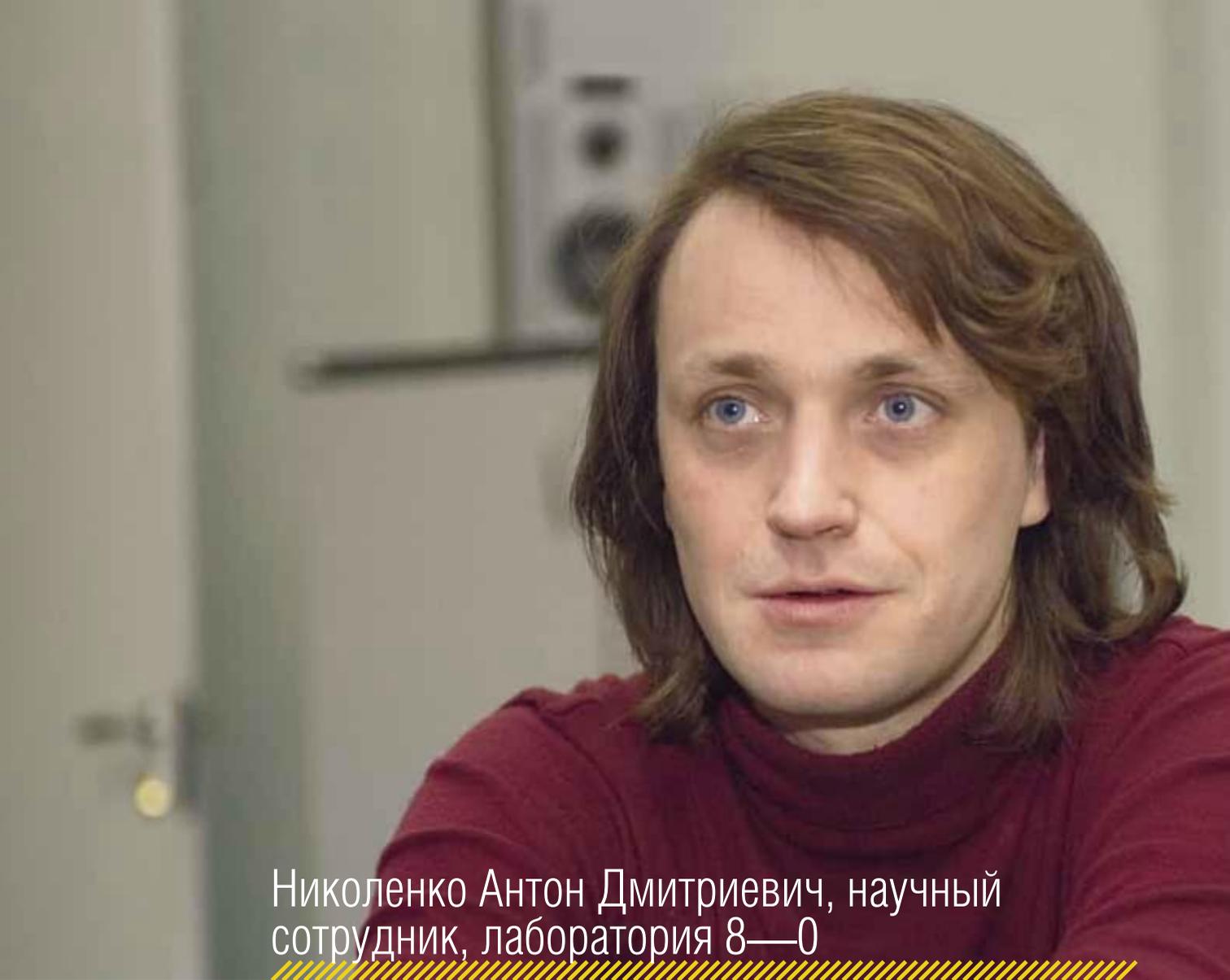


Шошин Андрей Алексеевич, младший научный сотрудник, лаборатория 10



Родился 1 октября 1978 г. в городе Потсдаме, ГДР. Отец мой был военным, так что, переезжая вслед за ним, к девятому классу поменял пять школ и оказался на Алтае. На краевой олимпиаде по физике занял второе место и получил приглашение в Летнюю школу. Так я попал в физматшколу (СУНЦ НГУ). Закончив ее, поступил на физический факультет НГУ. С первого курса стал заниматься в лаборатории экспериментальной физики под руководством А. С. Золкина. Занимался созданием и исследованием свойств ионных источников, а также их применением. На втором курсе руководитель семинара Б. А. Князев привел нашу группу на эк-

скурсию в ИЯФ. Так я впервые увидел ИЯФовские установки и понял, что хочу здесь работать, заниматься плазмой, конкретно — на установке ГОЛ-3. В конце второго курса при распределении по кафедрам выбрал физику плазмы. В начале третьего курса пришел на ГОЛ-3, моим научным руководителем стал А. В. Бурдаков. Закончив с отличием физфак, поступил в аспирантуру НГУ. А после аспирантуры стал работать в ИЯФе младшим научным сотрудником. Область научных интересов — физика плазмы, спектроскопия, воздействие плазмы на материалы и т. д.

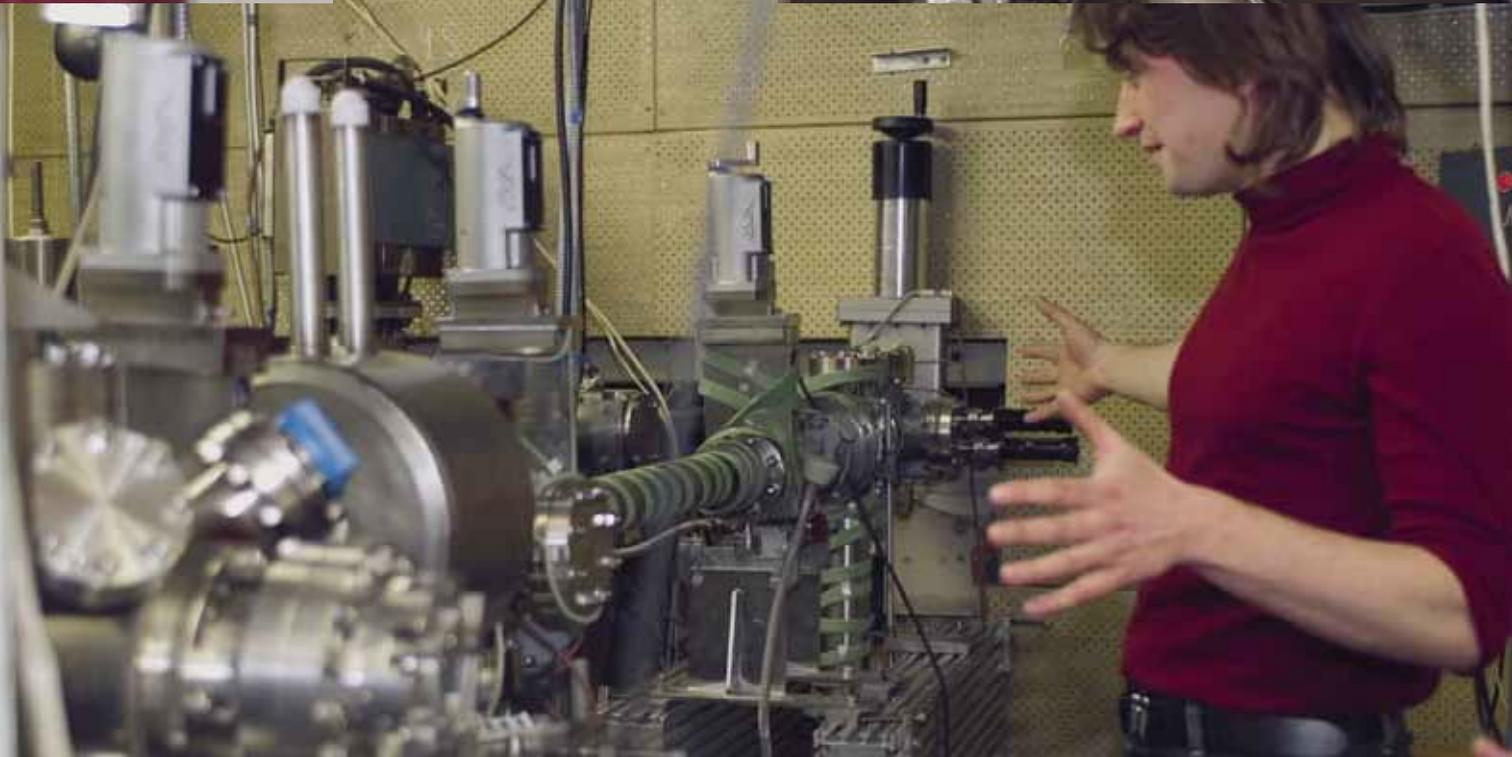


Николенко Антон Дмитриевич, научный сотрудник, лаборатория 8—0

Родился я в Академгородке в год бардовского фестиваля и в первый год застоя — в 1968-м, весной. Учился в ничем не примечательной академовской школе. Когда вышел из возраста, когда мне хотелось быть пожарником, космонавтом, поваром и водителем танка одновременно, начал думать, что буду физиком. Мне не нравится выражение «по стопам отца», просто мне всегда нравился именно этот род занятий. С вузом тоже сомнений не было — только НГУ. Хотя, должен признать, что если бы не заочная ФМШ, уровня подготовки простой школы для поступления в НГУ мне бы не хватило. Поступил. Учился. После первого курса пошел в армию. Время было такое, что туда брали всех, в том числе и студентов. Из армии вынес множество отрицательных эмоций и еще больше — жизненного опыта, впрочем несколько однобокого. Вернулся из армии на второй курс, а в конце третьего, с 90-го начал проходить практику в ИЯФе. На четвертом курсе, по причине собственного неправильного отношения к работе, сменил руководителя и понял, что пора начинать работать всерьез. Чем и занялся под руководством В. Ф. Пиндюрина. По окончании НГУ в 92-м продолжил свою работу в ИЯФе, чем и занимаюсь по сей день. В 2001 году три месяца работал в Японии,



на крупнейшем в мире источнике синхротронного излучения SPRING-8, в группе NIRO. Основная часть моей работы связана с метрологией в мягком рентгеновском излучении с использованием СИ. В связи со своей работой, кроме Японии, побывал в Испании, Швейцарии и Германии. Вообще, физика — это здорово. Нравится мне этот вид деятельности. Хорошая работа.





Кузьмин Александр
Викторович, студент,
старший лаборант,
лаборатория 8—1



Лахтычкин Александр
Сергеевич, студент,
старший лаборант,
лаборатория 8—1

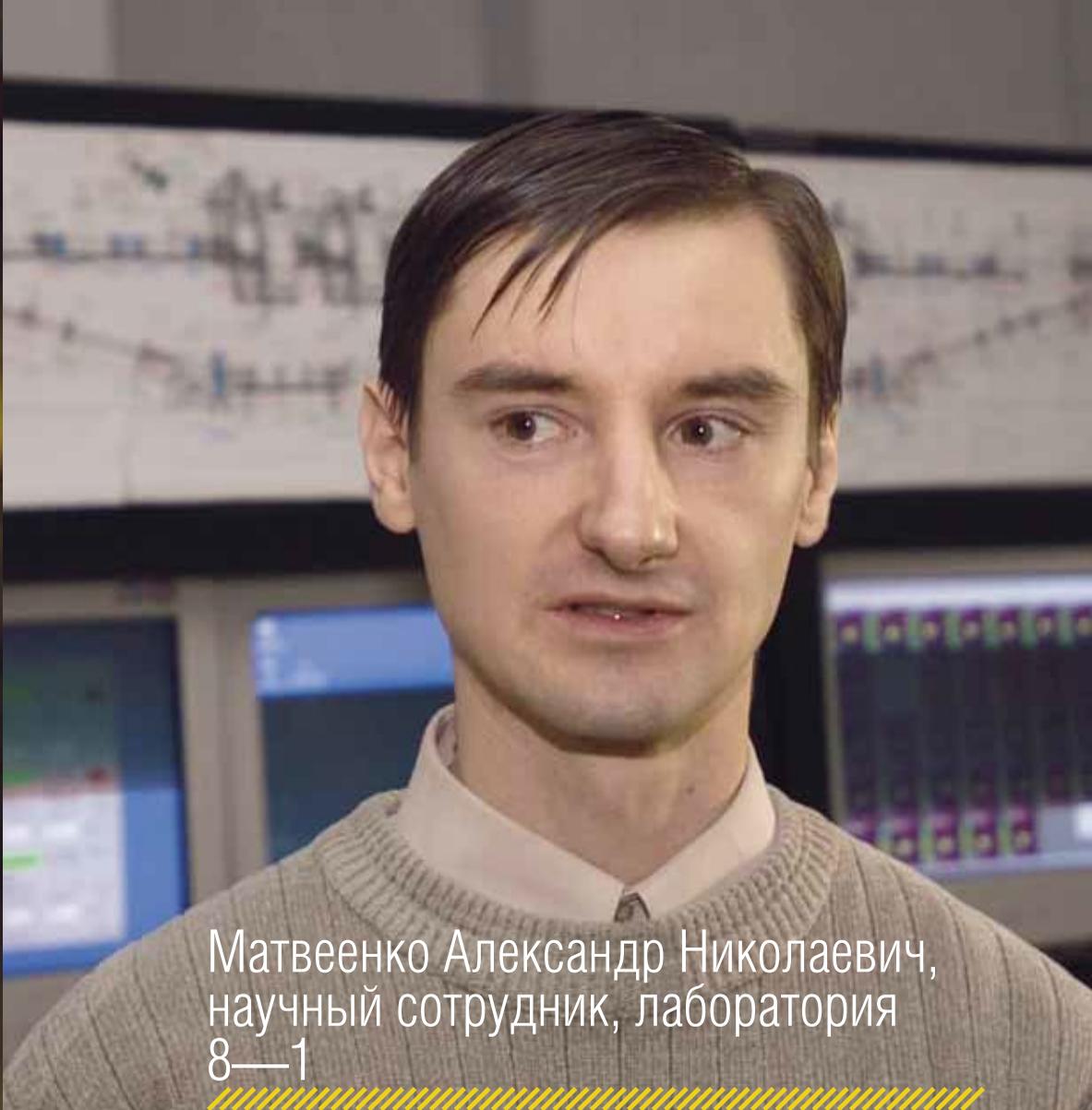
Родился и вырос в Казахстане, в Павлодаре, учился сначала в простой школе. Потом поступил в школу-лицей номер 8. Там судьба, как говорится, и дала шанс. Я выступил в областной олимпиаде по математике, где присутствовали люди из Новосибирска, и занял там почетное второе место. После этого летом в своем почтовом ящике обнаружил письмо из Новосибирска и приглашение в Летнюю школу при ФМШ. И вы знаете, до этого я в России не бывал. А тут сразу приглашение, да еще в такой крупный город, как Новосибирск. Хотелось съездить, но оставаться там не собирался.

Однако уже из Новосибирска сказал родителям, что если поступлю в ФМШ, останусь учиться. На том и порешили. Там же, в физматшколе решил стать физиком, судьба была ясна — идти на физфак, где ныне и обитаю уже шестой год. Учеба трудна и интересна.

В ИЯФе оказался по простой причине — когда в конце второго курса надо было определяться с кафедрой, начался период узнавания и оценки всех присутствующих на физфаке кафедр. Выиграл ИЯФ — так как знали точно, что здесь из нас сделают нормальных специалистов.

Учился в Искитиме, в средней школе № 8. Попал на областную олимпиаду по математике (выиграв на городской). Пригласили в ФМШ. Учился там много и хорошо — многому научился. Физику вел Оливер Яковлевич Савченко. Он и пробудил интерес к этой науке. Пошел на ФФ. Учился много и хорошо, к концу второго курса встал вопрос, куда пойти, куда податься. Ходили по разным институтам, разбирались — где какие перспективы. Было сложно. Спросили Оливера Яковлевича, куда пойти, — он посоветовал. Лазер на свободных электронах. Так и сделали. Не жалею...





Матвеевко Александр Николаевич,
научный сотрудник, лаборатория
8—1

Родился в 1973 г., научный сотрудник лаборатории 8—1 ИЯФа (Лазер на свободных электронах) с 2002-го. Выпускник физического факультета НГУ 1997 г., окончил аспирантуру НГУ в 2000 г. Лауреат медали РАН для молодых ученых, полученной за работу «Создание высокочастотного ускорителя-рекуператора и лазера на свободных электронах» совместно с Кайраном Д. А. и Шевченко О. А. в 2004 г. На установке занимаюсь ускорительной физикой, участвую в организации работы пользователей на станциях. В жизни — преподаватель электродинамики в НГУ, отец двоих детей, яхтсмен, люблю играть на рояле, но так как рояль в наши квартиры не входит, играю на пианино.



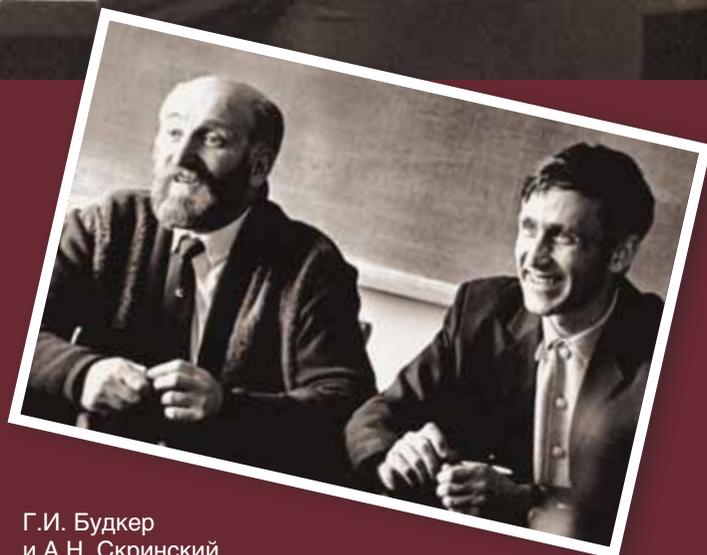
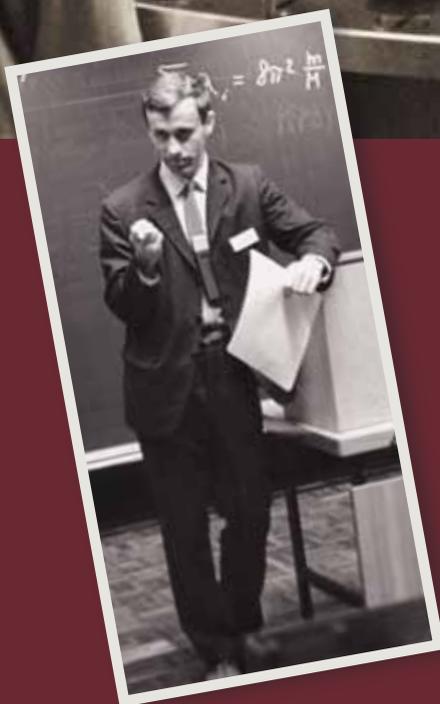
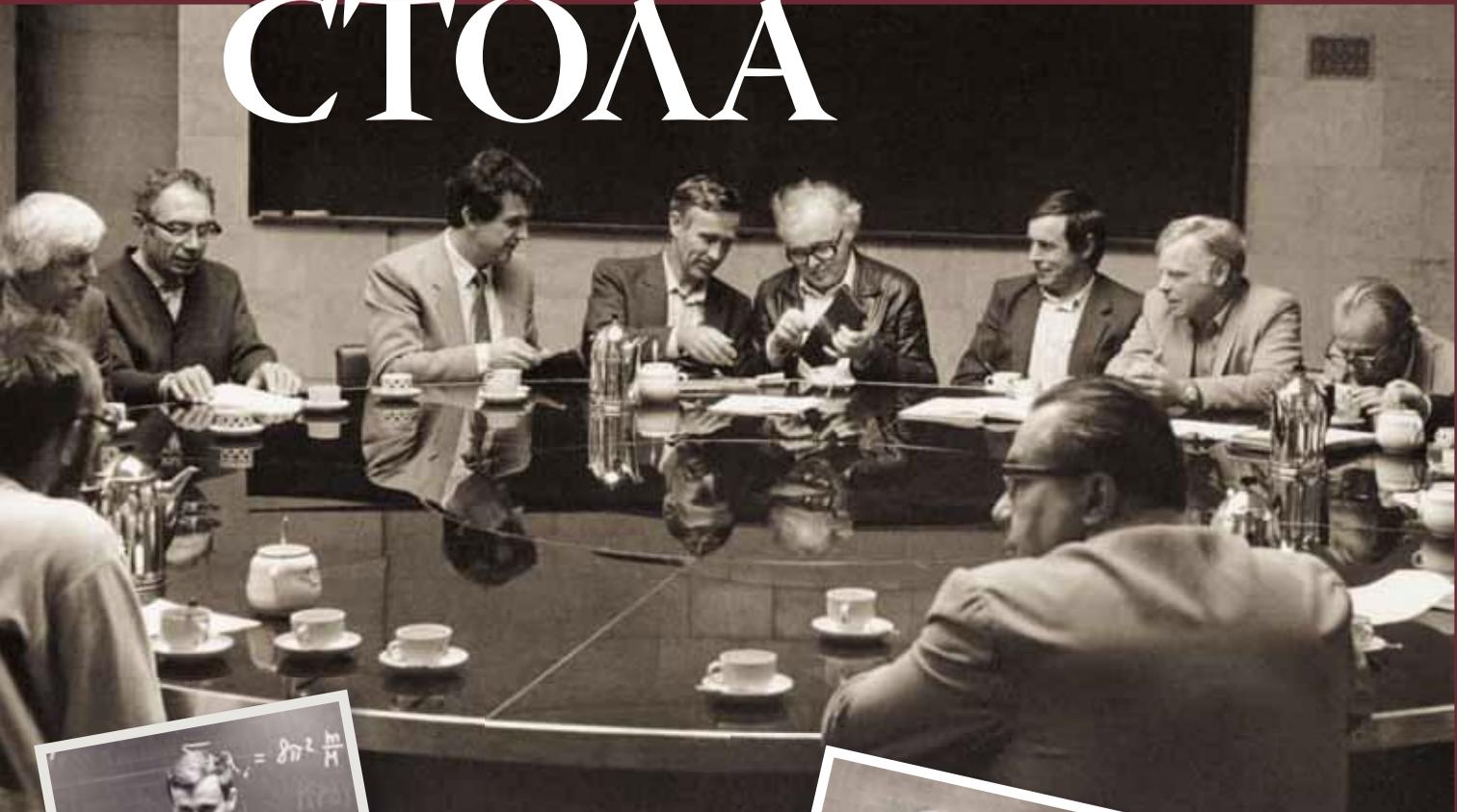


ПРЕЗЕНТАЦИЯ



РЫЦАРИ КРУГЛОГО СТОЛА

ФОТОРЕПОРТАЖ
В. ДУБРОВСКОГО



Г.И. Будкер
и А.Н. Скринский

В середине XX века профессия физика-ядерщика была окутана романтическим ореолом не меньшим, чем профессия летчика-испытателя или капитана дальнего плавания. Наиболее наглядно это отношение общества отразилось в культовом фильме 1960-х «Девять дней одного года» с А. Баталовым в главной роли. Любой, кто приходит сегодня в новосибирский Институт ядерной физики, может не только встретиться с реальными героями легендарного «золотого века» физики, но и увидеть ее молодое будущее



СКРИНСКИЙ Александр Николаевич — действительный член РАН, доктор физико-математических наук, директор Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН (Новосибирск).

Является действительным членом Американского физического общества и иностранным членом Королевской академии наук Швеции.

Лауреат Ленинской премии (1967 г.), Государственной премии СССР (1989 г.), Государственной премии РФ (2001 г.), Демидовской премии (1997 г.), а также премий им. Р. Р. Вилсона Американского физического общества и им.

А. П. Карпинского (Фонд Топфера, Германия).

Награжден золотыми медалями РАН им. В. И. Векслера (1991 г.) и им. П. Л. Капицы (2004 г.), орденами Трудового Красного Знамени (1975), Октябрьской Революции (1982), «За заслуги перед Отечеством» IV степени (1996), «За заслуги перед Отечеством» III степени (2000).

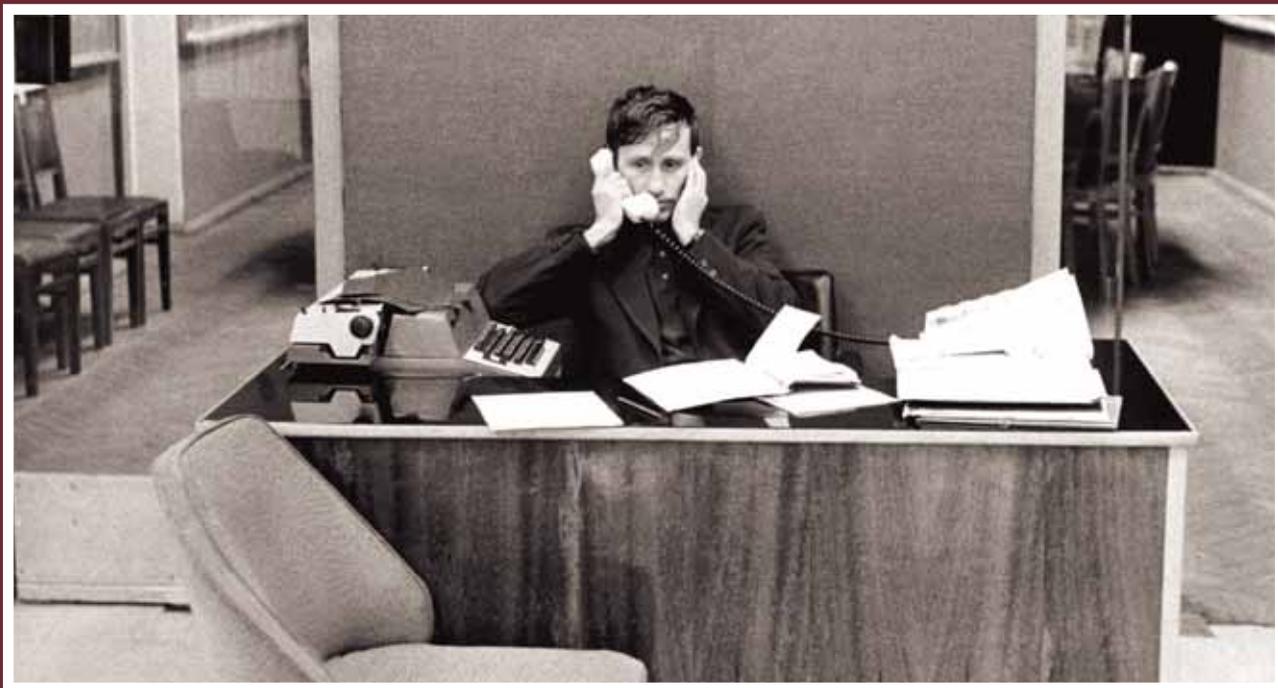
Автор и соавтор более 300 публикаций по физике ускорителей и физике высоких энергий.

Любит классическую музыку и лыжные гонки

— *ИЯФ сегодня во многом уникален среди академических институтов, в том числе своей преемственностью поколений. У вас много прекрасной молодежи, что для современного российского научного сообщества — привыкшего к утечке мозгов за границу, а также в бизнес и другие внеакадемические сферы — уже является феноменом. Как удалось этого добиться?*

— Для начала расскажу вам о двух очень характерных эпизодах. Лет двадцать назад на одном из заседаний Президиума Сибирского отделения один почтенный академик (фамилию называть не буду) обвинил меня в том, что наш институт представляет собой «капиталистический остров в социалистическом море». А лет через семь после этого, году в 93-м, тот же самый товарищ выдвинул против нас совершенно противоположное обвинение: «Так у вас же социализм!». А мы при этом оставались все теми же — по принципам. Конечно, положение в стране и мире менялось, что не могло на нас не сказываться, и даже очень остро, мы — система открытая.

Молодежь, приходившая к нам, действительно не уезжала — во всяком случае, массово. К сожалению, потери были, но гораздо меньшие, чем в других институтах Академии наук, в исследовательских институтах Минатома и других министерств... И сейчас ИЯФ — самый большой институт Академии наук, причем отличается по размерам от следующего за ним раза в два.



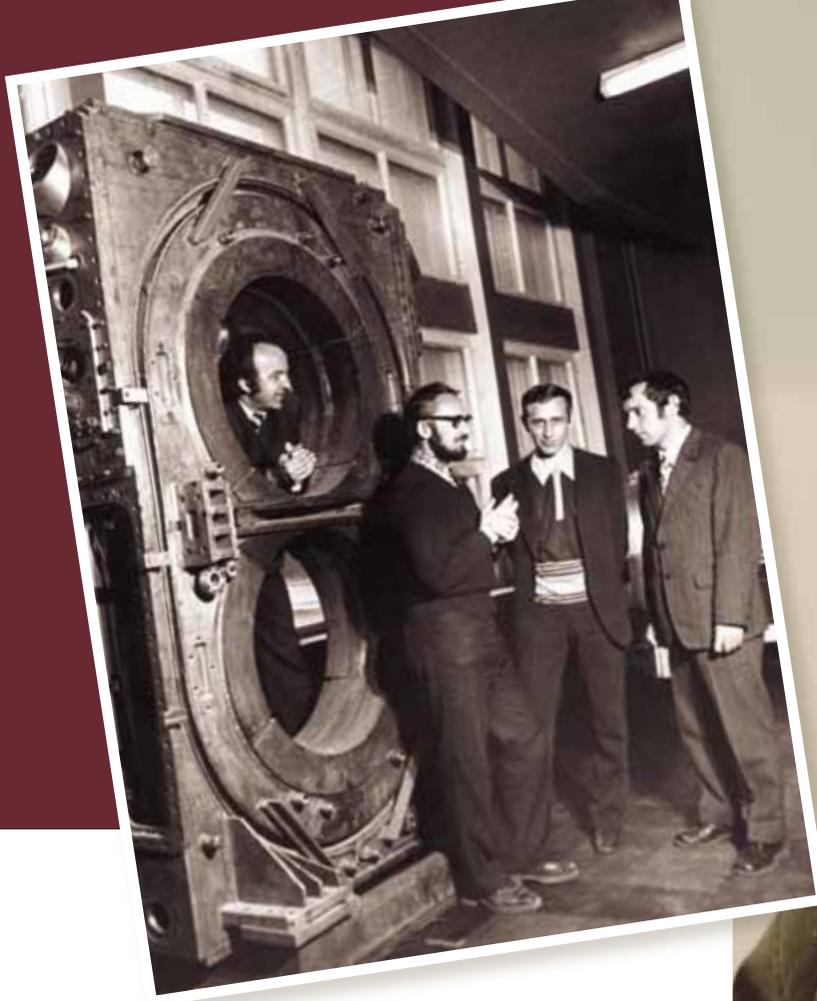
Стараемся сразу брать только хороших студентов. Официально они приходят к нам обычно с третьего-четвертого курсов. Но на самом деле мы начинаем присматриваться к ним гораздо раньше. Дело в том, что сотрудники ИЯФа активно преподают и в НГУ, и в НГТУ, и в Физматшколе. Подчеркну: не только ведут спецкурсы для уже определившихся с выбором специальности, а начинают с первых курсов и Физматшколы.

Раньше подобная практика для Академгородка была делом обычным и до 1991 года не требовала для своего поддержания никаких наших специальных усилий. А потом зарплаты сотрудников в институте стали расти, а в университете — падать. И через пару лет возникла такая ситуация, что стало не хватать ни лекторов, ни преподавателей, ни на младших курсах, ни на старших. Тогда я при поддержке дирекции института предложил, чтобы преподаватель-совместитель получал за преподавательскую работу полставки не университетской, но своей, ияфовской.

— По сути, взяли на себя государственную функцию поддержки образования?

— Да, и не только в этом. Когда стали доплачивать сотрудникам, проблема исчезла сама собой. Конечно, бывают различные коллизии: у одного хорошо получается, у другого хуже; одного зовут преподавать, другого нет... Но главное — у наших сотрудников прекратилось «отторжение» преподавания.

Еще один существенный момент: мы значительно увеличили материальную поддержку студентов, причем стараемся начинать ее как можно раньше. И это относится не только к именованным стипендиям — у нас их две,



ВЭП-1 — теперь историческая реликвия. Участники запуска (слева направо): Г. Н. Кулипанов, С. Г. Попов, А. Н. Скринский и Г. М. Тумайкин



имени Г. И. Будкера и А. Д. Сахарова, и их устаивают ежегодно 8 студентов. В ИЯФе всегда оплачивали работу тем студентам, которые приходили в институт на преддипломную практику. Но сейчас, кроме этого, мы примерно в два раза увеличиваем стипендию студенту с младших курсов, если видим, что он тяготеет к нашему институту.

Но вот молодой человек пришел в ИЯФ на работу. Для него становятся важными три вещи. Во-первых, зарплата, которая должна быть более-менее пристойной. Конечно, за рубежом ученый может зарабатывать больше, чем у нас, но в России для этого нужно полностью поменять свой профиль.

Второе — ему нужно видеть в обозримом будущем перспективу улучшения своих жилищных условий. Потому что после женитьбы, появления детей ситуация нередко становится безысходной. Форма нашей «жилищной» поддержки сотрудников менялась с годами, потому что менялись условия, законодательство. Давали беспроцентные кредиты, участвовали в финансировании строительства домов, где наши сотрудники

покупали квартиры по себестоимости, в общем, никогда об этом не забывали. Вот сейчас пытаемся организовать строительство новых домов в Верхней зоне. Создали некоммерческое партнерство институтов, чтобы получить жилье по себестоимости. Строим не буквально сами, но никакой коммерческой фирмы между нами и строителями нет. Никаких посредников, которые получают прибыль.

Причем мы не фокусируем внимание только на молодых. Нельзя, чтобы старшее поколение оказалось в худшем положении. Поэтому у нас в институте действуют так называемые «цепочки». Мы стараемся строить самое хорошее жилье — из разумно возможного. Старший сотрудник получает новую, улучшенную жилплощадь, сдавая при этом свою старую квартиру и доплачивая только за «лишние» метры по себестоимости. Цепочка идет дальше, вплоть до молодежи, которая в результате получает 1-, 2-комнатные квартиры. В случае необходимости кредит на жилье дает банк. При этом институт дает гарантии банку и частично оплачивает проценты за кредит. Это довольно сложная схема, которая стала



возможной благодаря нашим хорошим партнерским взаимоотношениям с Сибкакадембанком.

И третье — может быть, самое главное — интересная научная работа на мировом уровне. Нужно отметить, что поддерживать такой уровень очень тяжело. Я расскажу вам о структуре нашего бюджета, и вы увидите, что от государства мы получаем очень мало. Например, в прошлом году базовое бюджетное финансирование — то, что мы получаем от Сибирского отделения как академический институт, — составляло 22–23% от нашего бюджета. А остальное мы разными способами зарабатываем. Основной заработок (примерно 80%) — «зарубежный». Что под ним подразумевается? Примерно на две трети — это участие в международных или национальных научных проектах на контрактной основе. Это договора, которые затем превращаются в какое-то «железо», электронику, оптику. Например, почти во всех мировых центрах синхротронного излучения функционирует разработанное и созданное нами оборудование...

— *И давно государство финансирует ваш замечательный институт всего на четверть необходимого?*

— Довольно давно. Пусть бюджетное финансирование растёт, но и заработки наши тоже растут. Мы просто вынуждены это делать, потому что находимся

в жесткой конкуренции с теми же информационными отраслями, с промышленностью. Чуть только промышленность начинает подниматься, мы вынуждены поднимать зарплаты — чтобы воспрепятствовать оттоку специалистов.

Мы вообще стараемся по мере возможности поднимать зарплаты в институте, причем дифференцированно. Кто лучше работает, вносит больший вклад в результаты, тот и получает больше. Но при этом стараемся, чтобы зарплата не зависела от вида деятельности — контрактной или так называемой «внутренней». Хотя последняя прямо денег не приносит, она если и финансируется государством, то в очень малой доле.

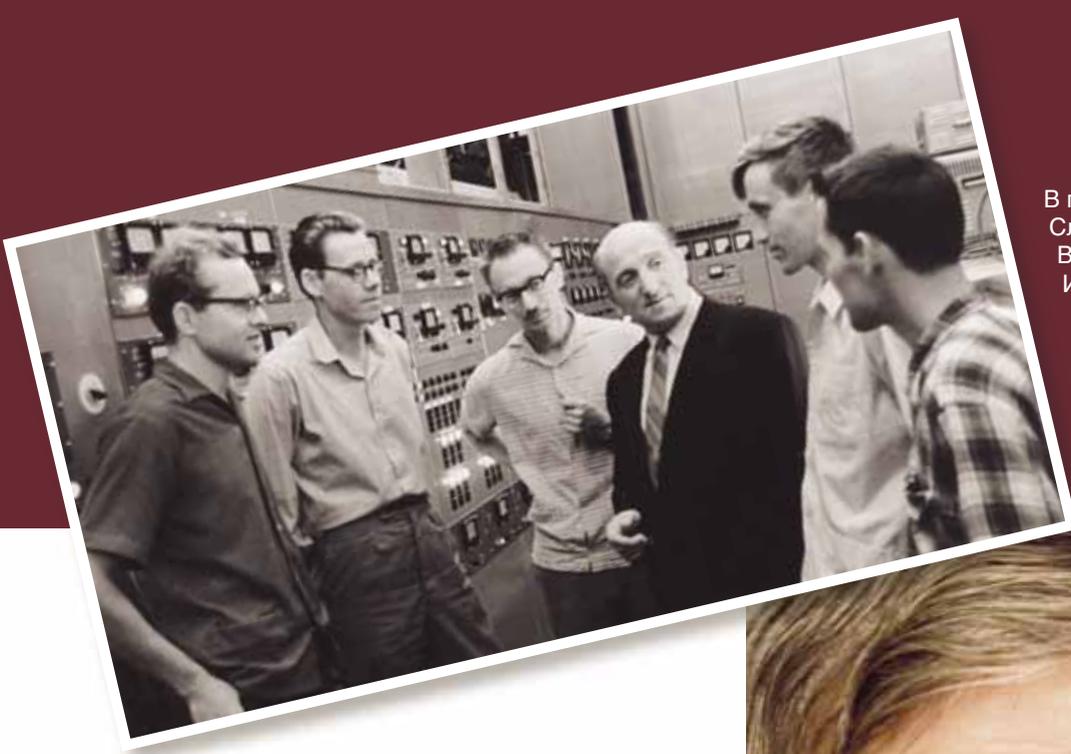
Конечно, психологически мы на контрактных работах концентрируемся особо, поскольку они предполагают безусловные обязательства по срокам, качеству и т. п. За много лет мы приобрели в этой сфере достаточно высокий рейтинг — мировое научное сообщество в курсе, что мы умеем делать. Есть очень крупные проекты, например строительство в ЦЕРНе ЛНС-коллайдера (Большой адронный коллайдер), для которого мы поставляем оборудование.

Этот проект стоимостью несколько миллиардов долларов является по-настоящему глобальным. И хотя официальными членами ЦЕРНа являются только некоторые европейские государства, но все развитые в научно-техническом плане страны в этом проекте участвуют, даже не будучи членами ЦЕРНа: Соединенные Штаты, Япония, Россия. Это будет самая большая лаборатория не только в области ядерной физики, но вообще самая крупная в мире. Если же говорить о фундаментальной науке в целом, то этот проект — самое крупное научное мероприятие из всех, которые на сегодня существуют.

Сам ЛНС-коллайдер представляет собой огромное сооружение — 30-километровое кольцо, наполненное очень серьезным оборудованием. И в течение последних десяти лет мы сделали оборудования для этого центра примерно на 100 млн долларов, что составило заметную долю нашего финансирования, примерно 25%.

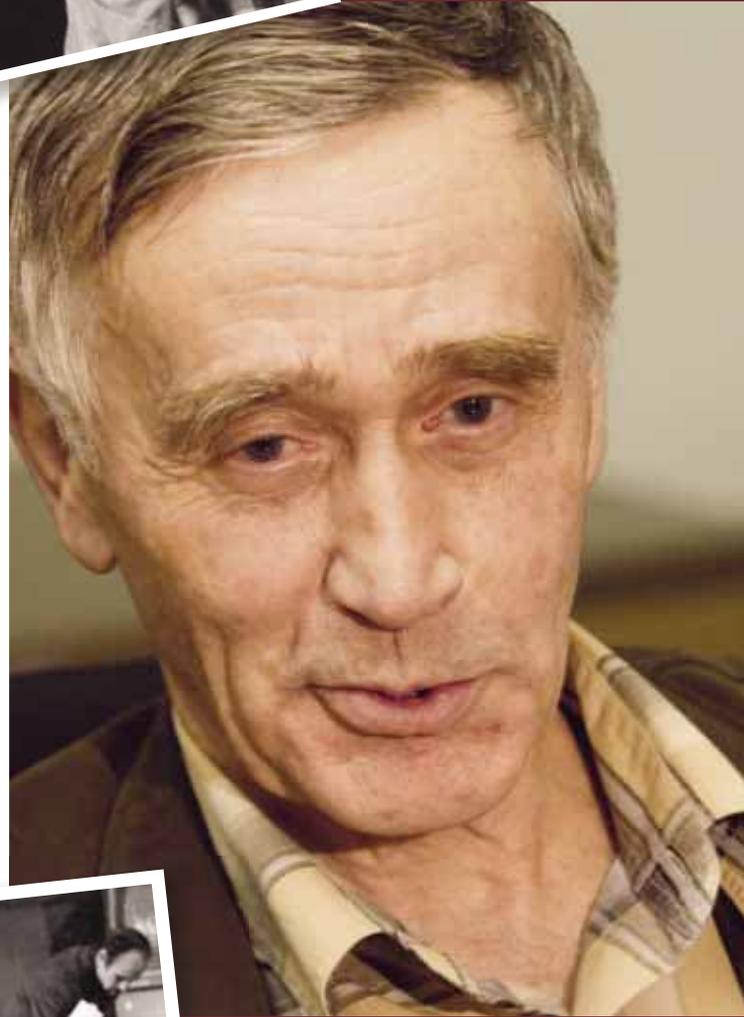
— *Сумма немалая — и откуда же поступали эти средства?*

— Вообще это отдельная и довольно длинная история. В начале 90-х годов мне, как и всем остальным коллегам по физике высоких энергий, было ясно, что единственный шанс для России остаться на передних рубежах этой науки — равноправное участие в проекте ЛНС. Конечно, наше государство не могло тогда просто вложить более 100 миллионов долларов из своего бюджета в бюджет ЦЕРНа, как это делали остальные страны. Тогда у меня и родилась нестандартная схема участия России, которая должна была удовлетворить все заинтересованные стороны.



В пультовой ВЭПП-2.
Слева направо:
В. Сидоров,
И. Протопопов,
С. Попов,
А. М. Будкер,
А. Скринский,
В. Петров

Суть схемы такова — Россия поставляет высокотехнологичное научное оборудование на сумму 150 миллионов долларов по мировым ценам. Российские институты-исполнители соглашаются сделать его за 100 миллионов, которые они получают в равных долях из бюджета ЦЕРНа и бюджета России. В этой схеме всем хорошо: ЦЕРН получает оборудования на «чистых» 100 миллионов как вклад России в проект, Россия за 50 миллионов обеспечивает для своей науки участие в самом амбициозном на сегодня проекте и одновременно поддерживает этими же деньгами свои научные институты, а институты получают хороший заработок и гарантированное участие в будущих экспериментах на комплексе ЛНС. Несмотря на очевидные плюсы этой схемы, в то время практически никто



Пультовая ВЭПП-4.
А. Н. Скринский и высокие гости.
Слева направо: А. П. Филатов —
первый секретарь Новосибирского
обкома КПСС, В. И. Воротников —
председатель Совмина РСФСР,
А. Н. Скринский,
председатель СО АН СССР
В. А. Коптюг



не верил, что из этого что-нибудь получится. Представляете — в 1994-м договариваться о том, что мы будем делать в России в следующие 10 лет, в начале двухтысячных, да еще с таким изощренным механизмом финансирования!

Потребовалось два года для того, чтобы объяснить выгоды для них, выгоды для нас, выгоды для всего научного сообщества. И министерство науки нас поддержало. Мы организовали комитет «Россия — ЦЕРН», в который входили 5 человек от руководства ЦЕРНа и 5 — от России: один из руководителей министерства атомной энергии и трое из научного сообщества под председательством министра науки, и добились специального решения от Совета ЦЕРНа, чтобы он финансировал наши работы. (Европейские коллеги резонно задавали вопросы: почему эти работы должны вести не их центры, не их институты и промышленность?)

Схема (ее так и называют — «схема Скринского») оказалась действенной. Кстати, за все эти годы ни одного схожего предложения от представителей других наук в наше министерство так и не поступило.



Круглый стол — три поколения ИЯФ:
Н. С. Диканский, А. Н. Скринский
и профессор А. Г. Хабахпашев



— Откуда у вас, Александр Николаевич, такие организаторские способности? Ведь вы же физик — не экономист, не менеджер?

— Нужно сказать, что институт научился зарабатывать деньги уже давно (недаром нас обвиняли в капиталистических замашках). Правда, в советское время эта доля составляла не более четверти от общего финансирования. Инициировал такую деятельность еще Андрей Михайлович Будкер: именно он договаривался с Косыгиным о возможности поставок нашего оборудования потребителям по договорным ценам. В Советском Союзе работали десятки наших ускорителей технологического назначения, и часть продолжает работать до сих пор.

Так что сама рабочая «схема» была заложена давно. Но понятно, что автоматически, по инерции, ничего долго не продержится. На самом деле дополнительное финансирование — предмет заботы не только моей, но и всех основных сотрудников, заведующих лабораториями... И происходит все это достаточно естественным образом. Просто у руководства институтом — руко-

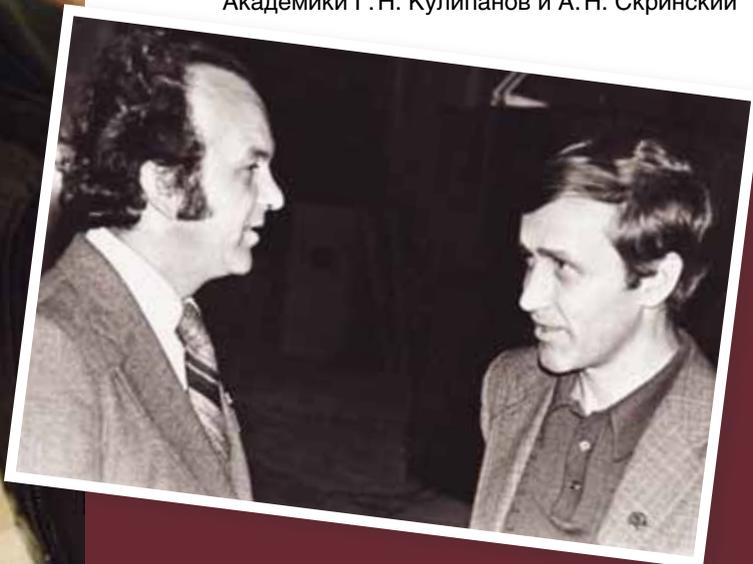
водства в широком смысле этого слова, включая все ведущие должности, — всегда стояли люди, для которых институт являлся чем-то очень и очень важным.

Сейчас абсолютное большинство институтов разбилось внутри на мелкие группы. И, например, сегодня у одной группы есть контракт, а у соседней — нет. Зарплата у первой, соответственно, в несколько раз больше, чем у соседей, которые на голой тарифной сетке. И если говорить упрощенно, то за то время, пока одни имеют очень много, другие распадаются или просто развращаются и перестают работать. Но на будущий год ситуация может и поменяться! И окажется в результате плачевной для всех.

Мы же сознательно пошли на то, что зарплата в институте определяется только тем, насколько хорошо и продуктивно сотрудник работает, а не сколько денег пришло по его «линии». Оценивает вклад Ученый совет, за нашим круглым столом. Но происходит это не формальным путем, не путем голосования, а в процессе взаимодействия. Много возможностей и у самих лабораторий. У них есть премиальный фонд, в который поступает определенная часть средств, заработанных по контрактам данной лабораторией, а у дирекции есть возможность этот процесс отслеживать и корректировать ситуацию. В этом смысле у дирекции есть большие возможности и, соответственно, большая ответственность.

Такая схема финансирования была принята всеми далеко не сразу — пришлось убеждать. Но справедливость нашего подхода доказала сама жизнь. В конце концов практически все лаборатории прошли через этапы, когда у них было много поступлений, и этапы, когда их не было вовсе. А зарплата при этом у них менялась не более чем на 10%. Поэтому последние шесть-семь лет никого убеждать не надо — все убедились на своем личном опыте.

Академики Г. Н. Кулипанов и А. Н. Скринский



— А что вам самому интересней решать — профессиональные задачи или проблемы внутренней и внешней политики вашего научного «государства»?

— Конечно, профессиональные. Поскольку именно они являются конечной целью. А все остальное — лишь способ этой цели достичь. Конечно, бывают интересные задачи организаторского характера, хозяйственно-финансового, управленческого. Очень достойные бывают задачи, их решение приносит удовлетворение, но все-таки — опосредованно. Потому что для института наиболее важно оставаться на переднем крае физики, пусть и в более узких секторах, чем мы могли бы благодаря своему научному потенциалу. Ведь если бы у нас хватало средств, мы могли бы и не участвовать в каких-то международных проектах на коммерческой основе, а вкладывать деньги в нашу работу здесь, строить быстрее и лучше какие-то экспериментальные установки для себя.

В последнее время перед ИЯФом встала новая проблема, общая для многих институтов, чей возраст переваливает за 40–50 лет, — каким естественным и безболезненным для института и сотрудников образом провести замещение, «воспроизводство» руководства. Острейший вопрос.

Смена поколений — очень болезненная операция. В своем институте мы сделали так, чтобы люди, бывшие ведущими сотрудниками — заведующими лабораториями, членами дирекции, — уходя с того или иного поста, оставались на прежнем уровне обеспечения. Их зарплата растет так же, как и зарплата остальных сотрудников. Они не исполняют больше административных функций, но по мере сил и здоровья продолжают участвовать

в научной и, так сказать, «управленческой» жизни института. И это самым лучшим образом отражается на их самочувствии и творческом долголетии.

— Можете вы назвать человека, который стал бы для вас в жизни примером? О котором вы могли бы сказать: хотел быть таким же, как он. Может быть, учитель физики в школе или преподаватель в университете?

— Что касается учителей — в школе у нас физику преподавали совершенно ужасно. Хотя ею, в том числе ядерной, я начал интересоваться очень рано, с седьмого класса. А вообще был вполне тихим, безобидным учеником, отличником. Класс у нас был специфический, из 28 человек 12 окончили школу с медалью. Хотя школа была совершенно не элитная. И вот с девятого класса (а окончил школу я в 1953 году, время было то еще) начался конфликт как раз с учителем физики. «Скринский, что ты улыбаешься?» А почему я тогда улыбался, даже и не помню. Просто учителю не понравилось...

Конфликтовал и с преподавателем литературы. В то время мы проходили статью Ленина «Партийная организация и партийная литература». Я стал по глупости доказывать классу и учительнице, что речь там идет о политической литературе, а к художественной никакого отношения не имеет. Все же понятно и ясно написано. И вот из-за таких моментов меня уже и из класса выгоняли, и ставили около директорского кабинета, и т. п.

На преддипломную практику в лабораторию Будкера я пришел в 1957 году, еще студентом. Тогда уже знали, что из этой лаборатории будет создаваться институт, но официального решения еще не было. Оно было подписано только в 1958-м.



Выборы Ученого совета



Всю мою предыдущую жизнь, до пятьдесят седьмого, я рассматривал как какую-то подготовку к этой, настоящей жизни. Я в университете и спортом занимался, легкой атлетикой, и туризмом, и прочим. Но уже на пятом курсе с университетом был практически не связан — только с этой лабораторией, с будущим нашим институтом.

Когда я сказал, что собираюсь в отпуск, мне, еще студенту, заведующий лабораторией скандал устроил: какой отпуск, когда нужно сделать то-то и то-то! Так и не отправился я в поход по Забайкалью, хотя хотелось еще раз там побывать. Но с самого начала я стал «действующим штыком». Стал нормальным научным сотрудником, а не мальчиком «принеси-неси». Так и началась моя настоящая жизнь...



Первые несколько лет были психологически очень тяжелыми. Потому что каждый год мы сами перед собой ставили задачу сделать то-то и то-то. И не делали. И не просто не делали, а и через год не делали, и через два года... Потому что задачи всегда были крайне сложные и напряженные, а работой занимались такой, которую в мире еще никто не делал. И прочесть, как это сделать, было нигде и не у кого.

Решилось все через несколько лет, в Новосибирске. Мы (одновременно со Стенфордской лабораторией в США) стали первыми в мире, кто на деле подтвердил возможность создания ускорителя на встречных пучках. Я это выражал тогда следующими словами: наконец донырнули до дна. Нащупали его. А до этого, честно сказать, — сами еще не знали, сможем мы это сделать или нет. Потому что много лабораторий в мире работали в этой области, но результатов не было ни у кого.

Один мой более старший коллега-друг, решивший остаться в Москве, говорил: «Ты собираешься ехать в Новосибирск? Это такая глупость! Я могу

вам точно предсказать, что у вас получится». Он сказал, что Будкер сначала попытается сделать встречные пучки и ничего у нас не получится, он кинется выполнять военные заказы, и в конце концов все рассыплется. «Ну ничего. Как поймешь, вернешься, а мы тебя возьмем обратно, потому что ты на уровне». Он уже в то время был кандидатом наук, но докторскую степень защитил много позже того, как меня выбрали академиком. Так и вышло, что объективным судьей наших поступков стала сама жизнь.

Редакция журнала благодарит ученого секретаря ИЯФ СО РАН к. ф.-м. н. А.М. Кудрявцева за помощь в подготовке материала, а также А.И. Шляхова и И.В. Онучину (редакционно-издательский отдел) за предоставленные архивные фотоматериалы



Честно сказать, нам еще о многом хотелось расспросить Александра Николаевича Скринского. Человека, жизнь и судьба которого настолько неразрывно сплелись с жизнью одного из самых знаменитых академических институтов страны, что вспоминаются забытые слова советских лозунгов о единстве «власти и народа». Кстати сказать, к прошлому юбилею Александра Николаевича его сотрудники преподнесли ему настоящий королевский трон из металла и ценных пород дерева. Трон предполагалось приставить к знаменитому Круглому столу, за которым проходят Ученые советы института. Однако юбиляр вежливо, но категорически отказался от этой идеи, чтобы не нарушить давнюю демократичную традицию, идущую от первого директора и учителя Скринского — академика Г.И. Будкера. И трон просто отставили в сторону...



Н. В. ПОЛОСЬМАК, В. А. ТРУНОВА

СМЕРТЕЛЬНОЕ

наслаждение

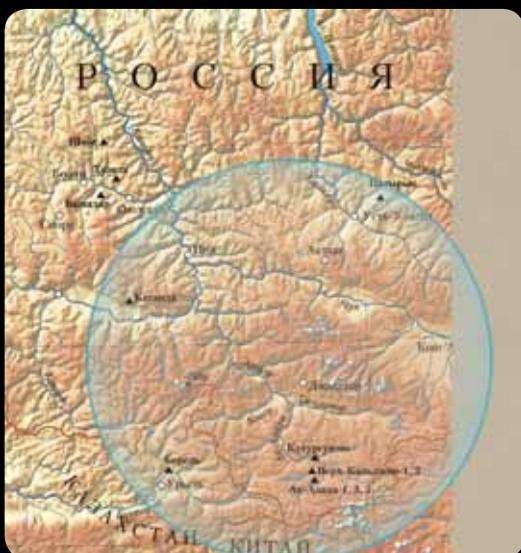
СИ обнаруживает убийцу

В 1990-х гг. на плато Укок Республики Алтай археологами Института археологии и этнографии СО РАН были открыты «замерзшие» могилы, датируемые концом IV — началом

III в. до н.э. (Полосьмак, 1994, 2001; Молодин, 2001). Эти уникальные погребения относятся к пазырыкской культуре, ставшей широко известной благодаря феномену «замерзших» могил, суть которого заключается в том, что захоронения со всем содержимым, иногда включая мумии людей и все предметы из органики, сохранялись в толще образовавшегося древнего льда. Этому способствовали как суровые климатические условия Горного Алтая, так и особенности погребального обряда носителей исследуемой культуры (подробнее: Полосьмак, 2001). В отличие от известных «царских» курганов (Руденко, 1953, 1964), древние захоронения на Укоке не были потревожены граби-

телями, перед исследователями они предстали в почти первозданном виде. Среди массы поразительных находок особо следует отметить сохранившиеся волосы и ногти погребенных людей, а также шерсть, хвосты и гривы захороненных вместе с ними лошадей.

С глубокой древности люди придавали особое значение волосам и ногтям. С ними связано много запретов и примет. Вокруг этих частичек человеческого тела сложилась целая мифология. Во многих традиционных культурах вычески волос и обрезки ногтей человек собирал всю жизнь, после смерти их нередко помещали с ним в могилу. Как показали археологические исследования, пазырыкцы Горного Алтая отчасти придерживались подобной традиции — в их могилах находят собранные в мешочках





ПОЛОСЬМАК Наталья Викторовна — доктор исторических наук, главный научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск). Занимается археологическими исследованиями в Западной и Восточной Сибири. Особую известность среди них получило открытие пазырыкских курганов с «замерзшими» могилами на плато Укок (Горный Алтай). Лауреат Государственной премии (2005 г.)



ТРУНОВА Валентина Александровна — кандидат химических наук, старший научный сотрудник ИНХ СО РАН (Новосибирск). Химик-аналитик в области физических методов исследования следовых количеств хим. элементов. Один из первых экспериментаторов на пучках синхротронного излучения (ИЯФ СО РАН), работает в этой области с 1980 г. до настоящего времени. Автор и соавтор более 80 публикаций





Кисть руки мумии женщины.
Курган № 1, могильник Ак-Алаха-3



Зимнее пастбище на «вершине горы», плато Укок

пряди, обрезки волос и ногтей. Впервые такие мешочки были обнаружены М. П. Грязновым в Первом Пазырыкском кургане и С. И. Руденко — во Втором Пазырыкском кургане. Много лет спустя на плато Укок в кург. 1 могильника Верх-Кальджин-2 (раскопки В. И. Молодина) в погребении рядового мужчины был обнаружен толстый мягкий темный войлок, свернутый в небольшой узелок, затянутый кожаным шнурком. В узелке находились ровно отрезанные короткие пряди темно-русых волос, обрезки ногтей, скатанные в комок волосы и несколько шерстяных веревочек.

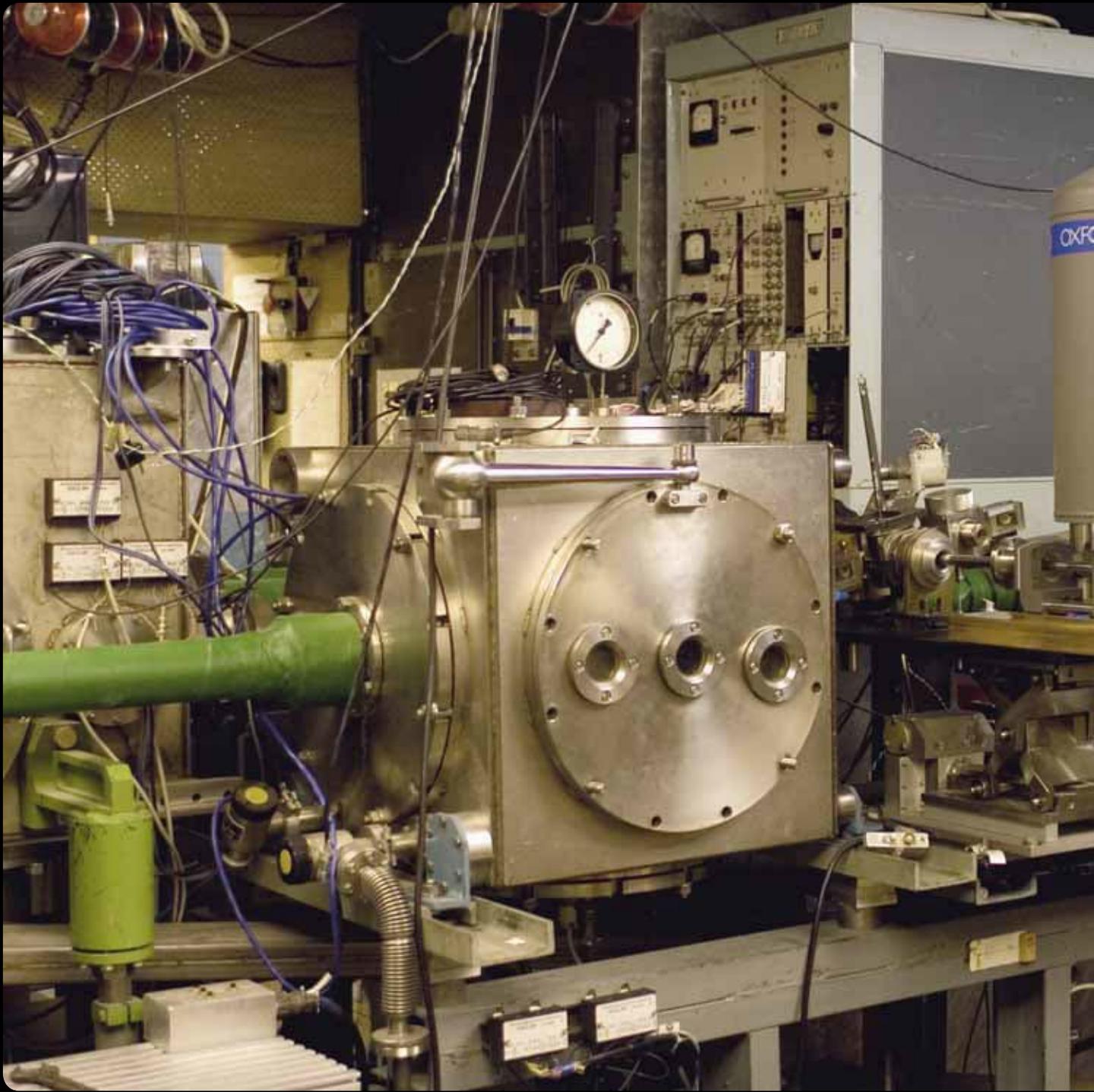
Наиболее общие причины, по которым пучки волос и обрезки ногтей, зашитые в специальные мешочки и кошельки, могли попасть в могилы пазырыкцев, сформулировал еще Дж. Фрезер: «Представление о том, что человека можно околдовать с помощью прядей его волос, обрезков ногтей или какой-то другой части его тела, распространено едва ли не по всему миру... Это суеверие покоится на общей идее симпатической связи, якобы существующей между человеком и тем, что когда-либо составляло часть его тела или с ним сколько-нибудь тесно соприкасалось» (1980, с. 266).

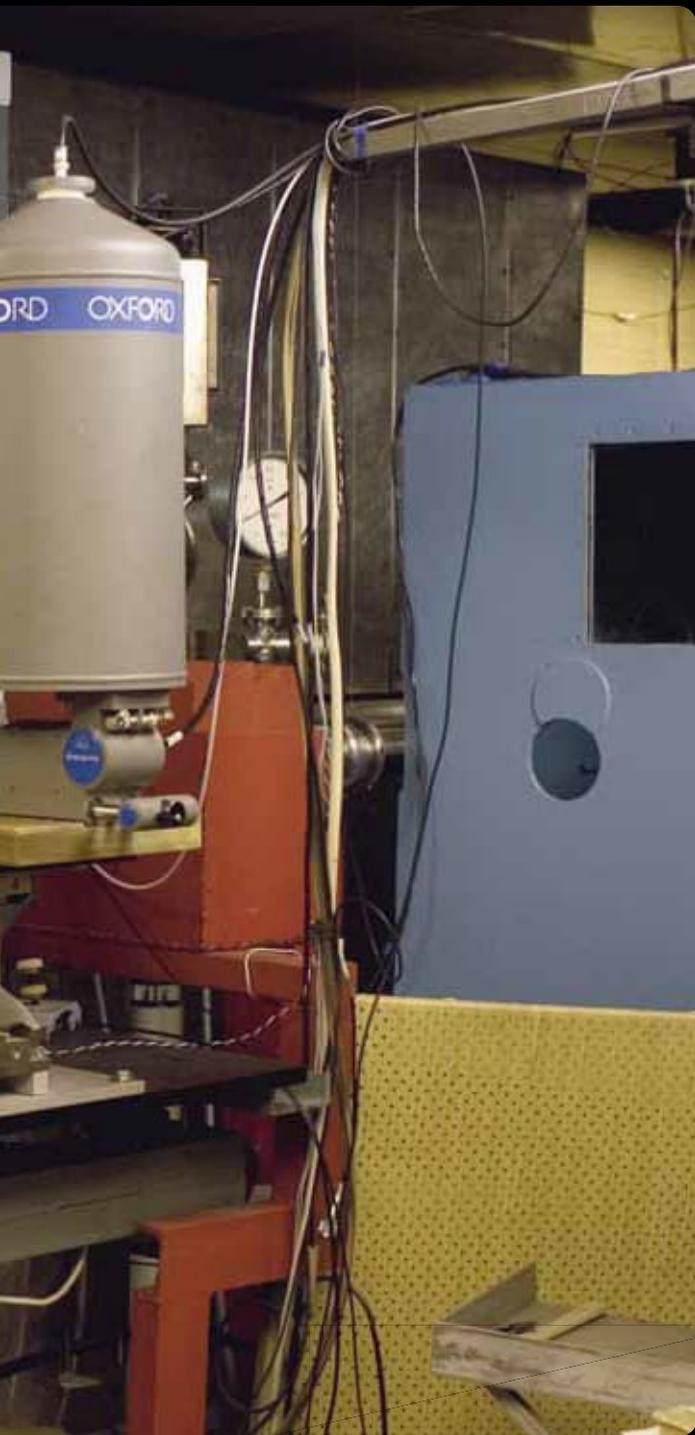


Упакованные в мешочки волосы и ногти, обнаруженные в «царских» курганах, могли принадлежать тем людям, в чьих могилах их нашли; но возможно, они являлись талисманами, оберегами уважаемых предков или использовались во вредоносной магии, если принадлежали врагам. Допустимо также, что в погребение могут быть положены детские волосы первой стрижки умершего человека.

Уже в ведийский период стрижка (*чудакарана*), которая проводилась на третьем году жизни ребенка, была религиозной церемонией, сопровождаемой распеванием ведийских стихов и пожеланиями ребенку долгой жизни, благополучия, доблести и потомства. Любопытно, что срезанные волосы или прятали в бычий навоз в коровнике, или бросали в маленький водоем, или закапывали в лесу, или клали на связку священной травы в целях защиты от враждебных сил. Коровий навоз, по представлениям индийцев, обладал священной очищающей силой (Пандей, 1990). Прядки волос из узелка, обнаруженного в погребении мужчины в кург. 1 могильника Верх-Кальджин-2, также были спрятаны в навозе, его ссохшиеся остатки сохранились в узелке вместе с волосами.

Мумия мужчины.
Курган №3, могильник Верх-Кальджин-2





Сибирский центр СИ



Локальная концентрация различных исследовательских центров на территории СО РАН создаёт особые условия для фундаментальных исследований в разных областях знаний. В течение 25 лет работает единственная в России станция элементного рентгенофлуоресцентного анализа (РФА-СИ) на пучках синхротронного излучения в Сибирском центре СИ. Группой сотрудников Института неорганической химии накоплен значительный опыт работы с разными видами материалов, включая и биоткани. Метод РФА-СИ позволяет получать достоверную информацию из образцов малой массы (менее 1 мг) без химического разложения пробы, при этом можно одновременно видеть в спектре и определять химические элементы от серы (S) до бария (Ba). Разрабатываемые для конкретных образцов методики позволяют определять хим.элементы в концентрациях менее 0,1 мг/кг.

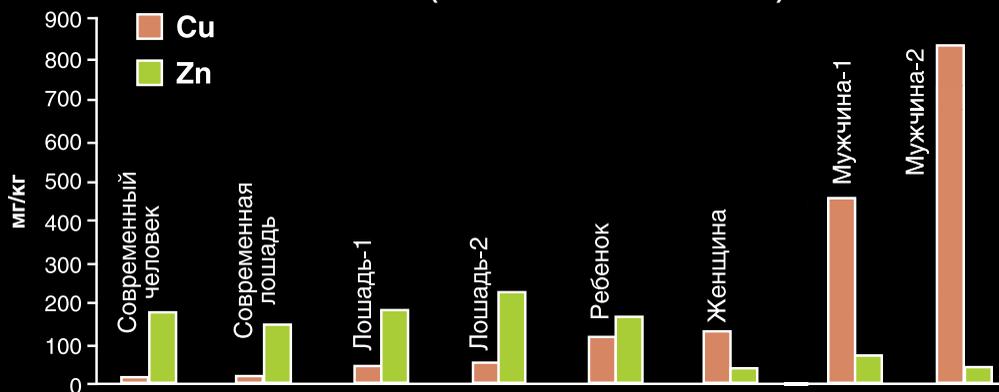
Сумма этих факторов делает данный метод уникальным. И именно методом РФА-СИ возможно изучать микроэлементный состав, межэлементные отношения в тканях древних людей и животных, сохраняя при этом образец для дальнейших исследований.

Исследования волос и ногтей древних пазырыкцев были выполнены методом рентгеновской флуоресценции с использованием синхротронного излучения (РФА-СИ) на станции элементного анализа в Сибирском центре синхротронного излучения Института ядерной физики на установке ВЭПП-3.

Были определены следующие элементы: S, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Y, Sr, Mo, Nb, Zr, I, Sn, Sb, Ba, La, Ce, Nd, Pr, Pb.



Содержание меди (Cu) и цинка (Zn) в древнем и современном (человеческом и конском) волосе



Волосы и ногти — зеркало жизни древних

В современной науке, как и у древних, волосы и ногти человека считаются источником важной информации. Измерение изотопного состава человеческих тканей, в т. ч. волос, объективно является количественным методом изучения палеодиет. Исследование волос мужчины из кург. 3 и женщины из кург. 2 могильника Верх-Кальджин-2 показало, что в рационе пазырыкцев и тех, кто жил на территории Укока следом за ними, присутствовала рыба — пища, не совсем обычная для скотоводов (О'Коннэл, 2001; O'Connel, Levine, Hedges, 2003). Когда стали доступны для изучения останки русских царей и цариц, захороненных на территории Кремля, появилась возможность проверить летописные сведения, легенды и слухи об отравлении некоторых из них. Так по результатам анализа установлено, что была отравлена первая жена Ивана Грозного Анастасия — соединения ртути присутствовали в ее волосах в огромных количествах. Более чем в достаточном количестве (до 1,3 мг) оказалось ртутных соединений в останках самого Ивана Грозного и его сына Ивана, но версия о специальном отравлении данных лиц не имеет исторических подтверждений, возможны другие пути попадания ртути в организм (Панова, 2003). Волосы, как никакой другой биологический субстрат, отражают процессы, годами протекающие в нашем организме. Концентрация всех химических элементов в волосах многократно выше, чем в привычных для анализа жидкостях — крови и моче. Содержание микроэлементов в волосах отражает микроэлементарный статус организма в целом, и пробы волос являются интегральным показателем минерального обмена.



Костюм женщины. Второй Пазырыкский курган. Реконструкция Д. Позднякова по материалам, хранящимся в Эрмитаже. Из книги Н. Полосьмак, Л. Барковой «Костюм и текстиль пазырыкцев Алтая (IV—III вв. до н.э.)»

Содержимое медного котелка — обугленные семена и веточки конопли. Второй Пазырыкский курган (Гос. Эрмитаж)



Наше исследование проводилось с целью определения содержания микроэлементов в составе волос и ногтей представителей пазырыкской культуры, живших около 2,5 тыс. лет назад на плато Укок, чтобы на основании полученных данных составить представление о состоянии организма на момент смерти. Исследовались волосы из причесок погребенных в кург. 1 и 2 могильника Ак-Алаха-1 (мужчина, женщина и ребенок) и кургане Кутургунтас (мужчина). Главное внимание было сосредоточено на т. н. жизненно важных микроэлементах. Уже из названия последних понятно, что речь идет о тех микроэлементах, при отсутствии и недостатке которых, равно как и переизбытке, нарушается нормальная жизнедеятельность организма. Для организма человека определенно установлена роль около 30 химических элементов, без которых он не может нормально существовать (Кукушкин Ю. Н. Химические элементы в организме человека, 1998). В данном исследовании на первый план вышло соотношение Cu и Zn.

«Скифская баня» и «медная лихорадка»

Проанализированные образцы волос и ногтей дают информацию о содержании в них следующих элементов: S, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Se, Br, Rb, Y, Sr, Mo, Nb, Zr, I, Pb.

Результаты анализа ногтей людей, живущих в настоящее время на Укоке, и найденных в пазырыкском

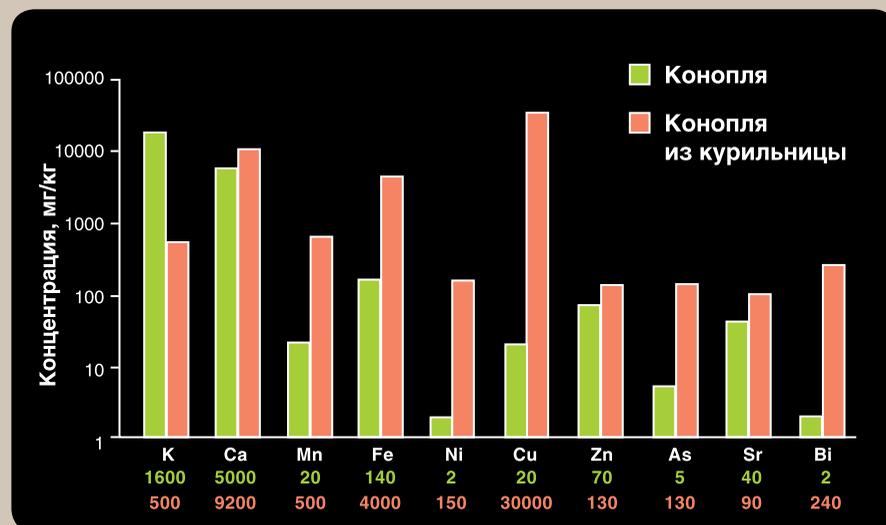
кургане, показывают, что межэлементные отношения у них не отличаются. Выделяются только повышенные содержания железа и марганца у древних жителей Укока. Это, по-видимому, связано с постоянным употреблением воды, значительно обогащенной этими металлами.

Сопоставление результатов анализа волос мальчика, женщины, двух мужчин из могильников Ак-Алаха-1 и Кутургунтас и современных людей показало, что величины концентраций таких элементов, как K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Sr, I, Pb, у первых намного больше. Величины концентраций S и Zn у пазырыкцев меньше, чем у наших современников.

Проведенное исследование позволило проследить динамику величин, характеризующих соотношение элементов Cu и Zn в волосах людей и шерсти лошадей. У лошадей эти величины изменялись мало. У женщины показатель Cu превосходит показатель Zn в 4 раза, у мужчин — более чем 20 раз. У погребенного мальчика концентрация меди близка к показателю Zn что свидетельствует о начале в организме ребенка нарушения метаболизма этих элементов. Очень высокое содержание Cu, которое привело к дефициту Zn в микроэлементном составе волос пазырыкцев, нуждается в объяснении, поскольку эта явная аномалия отрицательно сказывалась на их здоровье. Об этом косвенно свидетельствует возраст погребенных: мужчина из кург. 1 могильника Ак-Алаха-1 около 45–50 лет, женщина около 16 лет, ребенок 8 лет, мужчина из кургана могильника Кутургунтас около 30–40 лет.

Антагонизм между медью и цинком может играть важную роль в патологических процессах. Известно

Сравнение концентраций микроэлементов в современной и древней конопле



Костюмы мужчины (курган № 1, могильник Верх-Кальджин-2) и мальчика (курган № 2, могильник Ак-Алаха-1).
Рис. Д. Позднякова





Семена конопли из пазырыцкого могильника, приготовленные для анализа



много заболеваний, связанных с нарушением баланса этих элементов в организме, которое влечет сдвиги в обмене незаменимых жирных кислот (Авцын и др., 1991).

Как могло происходить отравление людей медью? Первое объяснение — во время бронзолитейного производства. Среди находок в погребениях есть немало вещей из бронзы и меди, изготовленных на Алтае, богатом полиметаллическими месторождениями. Но вряд ли это занятие могло столь серьезно повлиять на здоровье представителей всех половозрастных групп населения Укока. Известно, что пазырыкцы были главным образом скотоводами, и эта особенность их культуры нашла яркое отражение в погребальном обряде.

Второе объяснение причины постоянного отравления медью — постоянное использование в быту медной посуды. Медная посуда была известна пазырыкцам, но она не использовалась для приготовления пищи или питья. В обнаруженном во Втором Пазырыкском кургане небольшом котелке на поддоне с двумя ручками и на прямоугольном блюде-жаровне на четырех ножках (на сегодня это вся известная в памятниках пазырыкской культуры медная посуда) находились потрескавшиеся от огня камни и обугленные семена конопли; ручки курильницы-котла были обернуты берестой, «так как от раскаленных камней курильница, видимо, нагревалась до такой степени, что ее нельзя было взять за ручки голыми руками» (Руденко, 1953).

Судя по всему комплексу предметов, обнаруженных в больших Пазырыкских курганах, пазырыкцы устраивали церемонию «вдыхания паров конопли», происходившую так, как это описал Геродот: «Взяв



Обрезки ногтей, обнаруженные в погребении мужчины. Курган № 1, могильник Верх-Кальджин-2



это конопляное семя, скифы подлезают под войлочную юрту и затем бросают его на раскаленные камни. От этого поднимается такой сильный дым и пар, что никакая эллинская паровая баня не сравнится с такой баней. Наслаждаясь ею, скифы громко вопят от удовольствия» (кн. IV, 75). Результаты анализа остатков обугленных семян конопли, взятых из медной посуды, хранящейся в Эрмитаже, убедительно показали накопление меди в этих образцах (величины содержания меди по сравнению с ее содержанием у семян свежего растения отличаются более чем на три порядка). Это показывает, что действительно вдыхаемые людьми пары содержали металлоорганические соединения меди, которые образовывались в результате соприкосновения раскаленных камней с внутренней поверхностью посуды, что имело отравляющий эффект для организма. Величины содержания ряда других металлов в конопле из курительницы по сравнению с их содержанием у семян свежего растения тоже отличается примерно на порядок. Но эти превышения не внесли каких-либо явных межэлементных нарушений.

Итак, если подобные воскурения были обычаем у пазырыкцев (а С. И. Руденко считал, что воскурение конопли практиковалось в быту и мужчинами и женщинами), то в организме человека со временем возникал

переизбыток меди в ущерб цинку. К каким последствиям для здоровья человека приводят подобного рода отравления, показали современные исследования. Вдыхание медной пыли или паров соединений меди вызывает «медную лихорадку», которая проявляется в сильном ознобе, высокой температуре (до 39°C), обильном потоотделении и судорогах в икроножных мышцах.

Таким образом, легкое наркотическое опьянение, достигаемое вдыханием паров конопли, усугублялось отравлением медью. Нарастание симптомов происходило постепенно. Вызывавшиеся вдыханием паров меди нарушения психики, расстройства функций нервной системы, лихорадка, сопровождавшиеся интенсивным потоотделением, высокой температурой и судорогами, существенно дополняли картину экзотического состояния людей.*

Усиливавшийся из-за возрастания количества меди дефицит цинка мог способствовать задержке роста, перевозбуждению нервной системы и быстрой утомляемости. В условиях нехватки цинка страдает кожа, отекают слизистые оболочки рта, пищевода, ослабевают и выпадают волосы. Недостаточность цинка может привести даже к бесплодию.

*Справедливости ради следует отметить, что человеку причиняет вред лишь относительно высокая концентрация соединений меди. В малых дозах она обладает эффективными лечебными свойствами.



По результатам проведенного исследования можно предположить, что у пазырыкцев нередко случались отравления медью. Масштабы этого отравления зависели от широты распространения у них традиции вдыхать конопляные или иные пары над медной посудой под покрывалом из войлока или кожи.

Судя по результатам анализа волос, дети меньше участвовали в «скифской бане», поскольку в волосах мальчика (кург. 2, Ак-Алаха-1) соотношение меди и цинка (ок. 1 мг/кг) соответствует началу процесса отравления медью: медь вытесняет цинк. Нарушение отношений между жизненно важными элементами в организме человека является показателем состояния здоровья человека, и это просматривается по результатам данного исследования волос, которое характеризует обстановку, образ жизни и обычаи пазырыкцев. О том, что медное отравление никак не связано со средой обитания, а только с культурными традициями, свидетельствуют данные анализа шерсти лошадей, погребенных в ахлахинских могильниках*. Они показывают отсутствие нарушения метаболизма меди и цинка в их организме. Хотя окружающая среда и оставила свой след в высоком содержании в организмах людей и лошадей железа, источником которого являлась питьевая вода.

Анализ волос выявил у пазырыкцев более высокое, чем у современных людей, содержание многих микроэлементов. В нашей работе мы постарались показать, что причиной нарушения метаболизма, которая могла привести к смертельному исходу, было значительное увеличение меди и как следствие — уменьшение концентрации цинка, что было последствием принятого у пазырыкцев вдыхания паров конопли над медной посудой. Другие несоответствия в микроэлементном составе волос современных людей и пазырыкцев, живших более 2 тыс. лет назад в горных долинах Алтая, еще ждут своего объяснения. Встает вопрос: может ли содержание ряда микроэлементов в составе волос древних людей, живших, как предполагается, еще на экологически чистой планете, быть, эталоном для современных исследователей? Или таким должны являться волосы современного человека, на микроэлементном составе

*Следует отметить, что на результатах анализа волос в данном случае не могли сказаться какие-то не известные нам геохимические особенности среды обитания пазырыкцев Укока, поскольку они не проявились ранее, когда с другими целями было проведено сканирование кожи мумии женщины из кург. № 1 могильника Ак-Алаха-3, а также определен элементный состав вещества, сформировавшего ее парик (Малахов и др., 2001)

которых отразились все «достижения» постиндустриальной цивилизации? «В действительности, — писал В.И. Вернадский, — ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны — прежде всего питанием и дыханием — с окружающей их материально-энергетической средой. Вне ее природных условий они существовать не могут» (2001, с. 339). Возможно, анализ микроэлементного состава древних волос позволит определить не только патологии, но и концентрации и взаимоотношения микроэлементов в организме, более соответствующие понятию «здоровый человек».

Литература

Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.

Антонович Е.А., Подрушняк А.Е., Щуцкая Т.А. Токсичность меди и ее соединений // Современные проблемы токсикологии. — Киев, 1999. — № 3.

Вредные вещества в промышленности. — Л.: Химия, 1977. — Т. 3. — С. 330—336.

Малахов В.В., Власов А.А., Овсянникова И.А., Плясова Л.М., Краевская И.Л., Цыбуля С.В., Степанов В.Г. Вещественный состав находок из «замерзших» захоронений пазырыкской культуры // Феномен алтайских мумий. — Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2001. — С. 162 — 170.

Молодин В.И. Культурно-историческая характеристика погребального комплекса кургана № 3 памятника Верх-Кальдзин-2 // Феномен алтайских мумий. — Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2001. — С. 86—119.

Панова Т.Д. Кремлевские усыпальницы. История, судьба, тайна. М.: Индрик. 2003, 223 с.

Полосьмак Н.В. «Стережущие золото грифы». — Новосибирск: ВО «Наука», 1994. — 122 с.

Полосьмак Н.В. Всадники Укока. — Новосибирск: ИНФО-ЛИО-пресс, 2001. — 335 с.

Руденко С.И. Культура населения Горного Алтая в скифское время. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. — 387 с.

Trounova V.A., Zolotarev K.V., Baryshev V.B., Phedorin M.A. Analytical possibilities of SRXRF station at VEPP-3 SR source // Nuclear Instruments and Methods. — 1998. — Vol. A405. — P. 532—536.

Spyrou N.M., Okanle O.A., Adans L.L., Beasley D., Butler C., Altaf W. Book of Abstracts // 7th International Conference on Nuclear Analytical methods in the Life Sciences (Antalya, 16 — 21 June 2002). — 2002. — P. 217.

Авторы благодарят Л.Л. Баркову за образцы конопли из коллекции Государственного Эрмитажа, предоставленные для анализа.
Редакция благодарит М.В. Шунькова и С.И. Зеленского (ИАЭТ СО РАН) за помощь в съемке образцов ногтей и конопли



Всадник на коне. Реконструкция костюма по материалам мужских погребений могильников Укока.
Реконструкция Д. Позднякова



ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ



А. В. ВЛАСОВ

Эволюция в пробирке



ВЛАСОВ Александр
Валентинович — кандидат
химических наук, научный
сотрудник Института
химической биологии
и фундаментальной
медицины СО РАН
(Новосибирск)

Давняя мечта химиков и биологов — научиться создавать молекулы с определенными заданными свойствами, которые могли бы стать основой молекулярных устройств или новых материалов с нужной биологической активностью.

До недавних пор основным подходом к решению этой проблемы был так называемый молекулярный дизайн. Химики на основании теоретических рассуждений и экспериментальных фактов пытались представить, как должна быть устроена молекула, чтобы она обладала требуемыми свойствами. Затем такие молекулы синтезировали и проверяли соответствие полученного с ожидаемым.

К сожалению, предсказательная сила современных теоретических методов невысока, а сам синтез новых соединений — дело долгое и трудоемкое. Поэтому создание новых соединений методом рационального дизайна требует синтеза и исследования большого количества разных соединений, являясь дорогим малопродуктивным способом. Кроме того, этот подход может быть применен лишь тогда, когда ученый понимает, как должна быть устроена искомая молекула, чтобы обладать требуемыми свойствами. А бывает это, к сожалению, не всегда. Как же быть в таких случаях?

От дизайна — к селекции

Озадаченные необходимостью получения молекул с заданными свойствами, молекулярные биологи в течение последних 15 лет пытались решать эту задачу с помощью другого подхода — подхода, издавна использующегося самой Природой. Конкретнее — путем создания условий, когда начинает работать механизм молекулярной селекции, как это происходило на определенных стадиях эволюции живых систем.

Были разработаны методы получения сложных смесей разных молекул и процедуры, в результате которых из таких смесей автоматически отбирались и размножались

молекулы с заданными свойствами. В результате использования этого крайне эффективного подхода неизмеримо расширились возможности ученых в области создания необычных катализаторов и молекул-рецепторов, связывающих разные химические соединения.

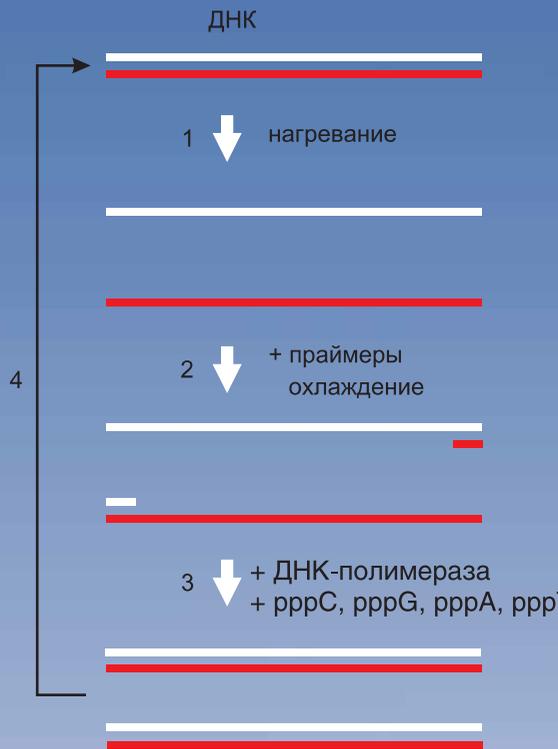
Сейчас комбинаторные методы широко используются химиками-органиками: синтезируются «библиотеки» органических соединений различной структуры, и затем с помощью физико-химических методов из них «вылавливается» то, что нужно. Но задача эта не так проста, как кажется, поскольку из огромного количества полученных молекул нужно идентифицировать и выделить лишь малую часть. Иногда — исчезающе малое количество материала... Если речь идет о нескольких молекулах из миллиардов, то никакими обычными химическими методами выделить и охарактеризовать их невозможно — если только не иметь возможности размножить их после выделения. Поэтому химики так завидуют молекулярным биологам, которые умеют неограниченно размножать молекулы из своих библиотек, построенных из нуклеиновых кислот, с помощью замечательного процесса — *полимеразной цепной реакции* (ПЦР).

Суть метода

Открытый в 1985 г. метод ПЦР, позволяющий в неограниченных количествах размножать нуклеиновые кислоты — ДНК и РНК — стал основой современной молекулярной селекции. Используя его, на конечном этапе синтеза можно получить просто астрономическое число копий каждой молекулы, присутствующей в растворе изначально.

Но первой стадией молекулярной селекции является получение пула разнообразных молекул, т. е. создание *молекулярной библиотеки нуклеиновых кислот*. Так ученые называют смесь молекул нуклеиновых кислот, имеющих одинаковую длину, но отличающихся последовательностью нуклеотидов. Получить их можно, если при синтезе нуклеиновой кислоты на специальном автоматическом синтезаторе добавлять на каждой стадии сразу все четыре мономера (А, Т, G, С). Следует отметить, что к каждой молекуле добавляются *фланкирующие* (концевые) участки определенной последовательности, позволяющие в дальнейшем проводить ПЦР.

В молекулярной селекции обычно используются молекулы с «длиной» в 30–80 нуклеотидов. То есть получаемая в результате синтеза полная библиотека будет содержать весь набор возможных последовательностей; от 4^{30} до 4^{80} — около 10^{48} разных молекул.



В основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) лежит способность фермента ДНК-полимеразы с фантастической скоростью синтезировать из мономеров-нуклеотидов комплементарные цепочки ДНК. С помощью этого фермента из одной двуцепочечной молекулы ДНК получается две ее точные копии, далее — четыре, а после n циклов построений — 2^n копий каждой молекулы, присутствовавшей на начальном этапе. При множественном повторении цикла «нагревание/охлаждение» имеющийся препарат ДНК можно размножить в неограниченных количествах. Обычно исследователи проводят около 30 циклов и получают астрономическую цифру 2^{30} копий

На заре открытия ПЦР процесс этот для исследователя был не из легких — приходилось постоянно бегать с пробирками в руках между тремя термостатами. К счастью, в наши дни существуют специальные ПЦР-машины, способные быстро менять температуру по заданной программе в циклическом режиме и одновременно работать с десятками образцов. Теперь исследователю достаточно только поставить пробирки и нажать кнопку. *Фото автора*

кул! А поскольку в зависимости от последовательности нуклеотидов нуклеиновые кислоты могут сворачиваться самыми разными способами, то получаются смеси, содержащие огромное структурное разнообразие молекул. На селекционный отбор даже невозможно взять всю библиотеку; обычно используют лишь «малую» часть — «всего» 10^{15} молекул, с которыми реально можно работать.

Синтезируют обычно молекулы ДНК (поскольку это дешевле и эффективнее, чем синтез РНК), на которых сразу можно проводить селекционный отбор. Но поскольку РНК обладает более широким репертуаром возможностей, чем ДНК, то с синтезированной ДНК при желании с помощью фермента *РНК-полимераза* можно считать РНК-копию и провести отбор по сходной схеме.

Что захочешь — то и получишь!

Сам процесс отбора искомым молекул начинается с того, что полученную молекулярную библиотеку наносят на колонку, где находится какое-то вещество, с которым и должны связываться эти молекулы. В ре-

зультате проведенной селекции выбираются определенные молекулы — конечно, из тех, что присутствовали в исходной смеси, сложность которой ограничена по очевидным физическим причинам. Однако относительно простая модификация схемы эксперимента позволяет использовать мощный естественный фактор, благодаря которому процедура отбора молекул превращается в процесс, аналогичный эволюции природных живых систем.

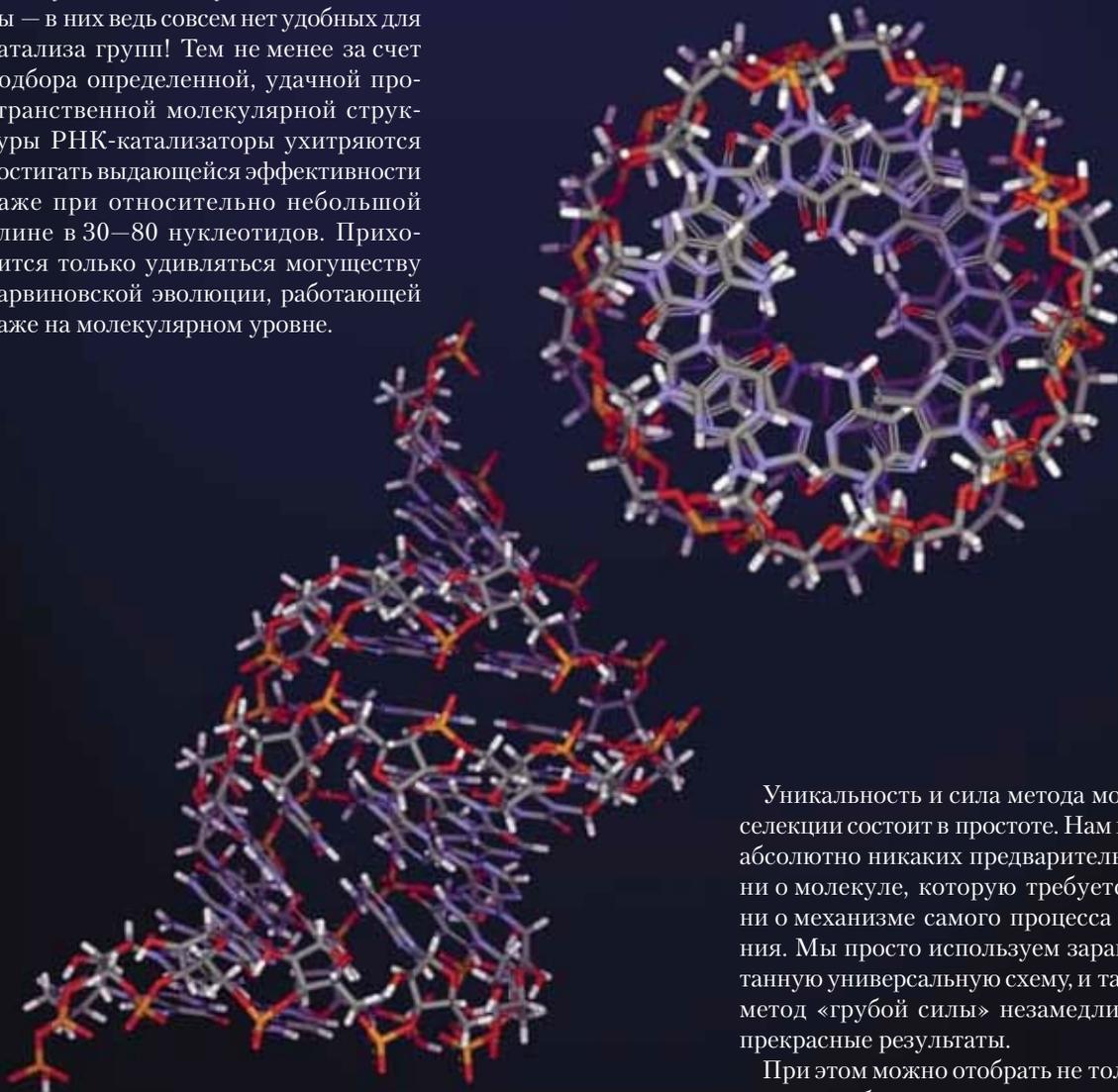
Дело в том, что в процессе размножения молекул ДНК копирующие ферменты можно заставить немного «ошибаться». При этом в отобранные молекулы вносятся мутации, и конечный набор молекул становится несколько отличным от исходного — полная аналогия природному процессу. За счет некоторых мутаций могут получаться молекулы с более подходящими свойствами, которые, естественно, и будут накапливаться в смеси при повторении этапов отбора. Настоящая мини-эволюция в пробирке!

По окончании отбора нужно установить нуклеотидные последовательности молекул-чемпионов, для чего их индивидуально тестируют и изучают. Весь процесс от начала до конца занимает несколько недель, в случае его автоматизации — дни. В результате селекции можно получить так называемые *РНК-аттамеры*, связываю-



щие определенные молекулы (от латинского слова *aptus* — подходить), или *рибозимы* (слово образовано слиянием слов «рибонуклеиновая кислота» и «энзим», белковый фермент), катализирующие определенные реакции.

Между прочим, первая реакция при взгляде на формулы нуклеотидов — недоверие. Недоумеваешь, как из таких молекул можно получить катализаторы — в них ведь совсем нет удобных для катализа групп! Тем не менее за счет подбора определенной, удачной пространственной молекулярной структуры РНК-катализаторы ухитряются достигать выдающейся эффективности даже при относительно небольшой длине в 30–80 нуклеотидов. Приходится только удивляться могуществу дарвиновской эволюции, работающей даже на молекулярном уровне.



Пространственная структура
двуцепочечной молекулы РНК

Уникальность и сила метода молекулярной селекции состоит в простоте. Нам не требуется абсолютно никаких предварительных знаний ни о молекуле, которую требуется отобрать, ни о механизме самого процесса распознавания. Мы просто используем заранее разработанную универсальную схему, и такой простой метод «грубой силы» незамедлительно дает прекрасные результаты.

При этом можно отобрать не только аптамеры или рибозимы, но и молекулы с любыми другими свойствами, главное — придумать саму процедуру отбора этих молекул. Метод молекулярной селекции очень эффективен благодаря высокой скорости, достигаемой за счет параллельности процессов и огромного количества одновременно тестируемых молекул.

«Практичные» рибозимы и аптамеры

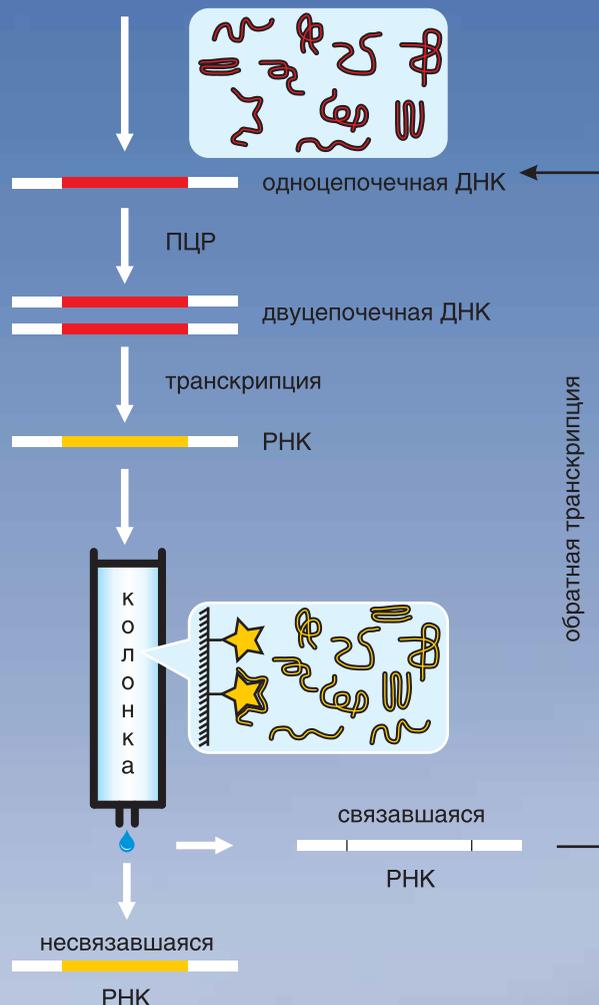
За пятнадцать лет с момента изобретения метода молекулярной селекции в лабораториях было отобрано множество рибозимов, катализирующих различные реакции и имеющих реальное практическое применение. Среди них есть рибозимы, осуществляющие реакцию аминокислотирования РНК, формирование амидной, пептидной и гликозидной связей, алкилирование РНК, фосфорелирование, полимеризацию и многое другое.

Пожалуй, наибольший интерес из всех вызвали рибозимы, способные расщеплять молекулы РНК. Подобные рибозимы широко распространены в природе, но благодаря молекулярной селекции удалось отобрать гораздо более эффективные РНК- и ДНК-катализаторы.

Молекулы эти состоят из определенных (*фланкирующих*) нуклеотидных последовательностей, специфично связывающихся с РНК-мишенью, и каталитической части, вызывающей расщепление мишени. Каждый рибозим способен таким образом «уничтожить» множество молекул-мишеней. Очевидное применение этих молекул — использование их в терапевтических целях: для расщепления вирусных РНК либо «излишних» РНК, т. е. тех РНК, которые организм производит в избыточном количестве в случае некоторых заболеваний. Ряд подобных препаратов находится на данный момент на стадии клинических испытаний, в том числе — использующийся для терапии рака «Херзим» (Herzyme), направленный против человеческого фактора роста эпидермиса (Her2).

С помощью метода молекулярной селекции были отобраны и тысячи аптамеров, образующие специфические комплексы с самыми различными органическими соединениями и биологическими молекулами, включая факторы роста, ферменты, антитела, рецепторы, вирусные белки. Можно даже получить аптамеры на весь организм — например, на определенную бактерию, которые будут связываться с ее различными поверхностными структурами. И многие из таких аптамеров были получены как раз для решения практических задач.

По механизму действия аптамеры очень напоминают антитела — белки, которые нарабатывает наша иммунная система для распознавания и борьбы с чужеродными веществами, попавшими в кровоток. Однако аптамеры обладают рядом уникальных свойств, что дает им некоторые преимущества перед антителами. Так, моноклональные антитела получают в живом организме или в тканевой культуре. Аптамеры же получают селекцией в пробирке, а далее выявленные последовательности синтезируют искусственно, что гораздо быстрее, дешевле и проще. К тому же благодаря



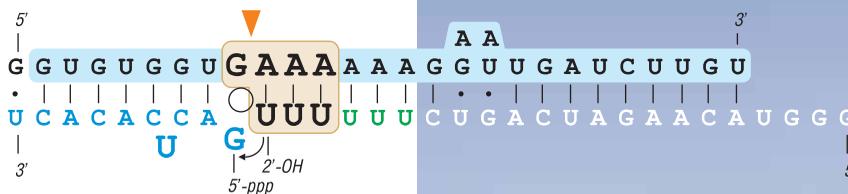
Первый этап процесса молекулярной селекции — нанесение молекул РНК из молекулярной библиотеки на колонку. Лишь несколько молекул РНК с подходящей структурой свяжется с колонкой, в то время как подавляющее большинство молекул не взаимодействует с ней. После отмыва колонки связанную фракцию далее «снимают», переводят в форму ДНК с помощью фермента *обратная транскриптаза* и размножают методом ПЦР. Получается новая библиотека (пул) молекул, которые будут связываться с колонкой гораздо лучше. Поскольку мир не идеален, одного цикла селекции не бывает достаточно из-за неполного удаления различных неспецифических РНК. Обычно требуется около 10 циклов, чтобы отобрать несколько уникальных последовательностей из 10^{15} кандидатов

химическому синтезу всегда гарантирована четкая безошибочная последовательность и качество.

Можно создать аптамеры, связывающиеся с любыми веществами, тогда как антитела можно наработать только на довольно узкий круг веществ, нетоксичных для организма. Аптамеры же получают контролируемым способом — поэтому в процессе можно использовать любую концентрацию соли, любую кислотность, температуру и т. д. К тому же аптамеры нетоксичны, не вызывают аллергии, их можно модифицировать введением дополнительных химических группировок, при этом они стабильны при хранении.

Необычные лекарства

Одним из наиболее известных является недавно полученный аптамер к фактору свертывания крови *IXa*. Суть заключается в следующем: в клинической практике желательно, чтобы в ходе хирургической операции кровь не сворачивалась, для чего исполь-



зуют *антикоагулянты* — специальные вещества, препятствующие свертыванию крови. Однако сразу после операции самым важным становится быстрое заживление ран. Однако антикоагулянты, способствуя успешной операции, создают затем большой послеоперационный риск из-за обильных кровотечений, которые могут привести даже к смертельному исходу. Поэтому действие такого лекарства обязательно должно сниматься специальным антидотом.

В настоящее время в качестве антикоагулянта широко используется гепарин — поскольку он является единственным подобным веществом, для которого есть антидот, полипептид протамина. К сожалению, в использовании гепарина существует ряд ограничений, и кроме того, он токсичен.

Для расширения круга антикоагулянтных препаратов был проведен селекционный отбор. Модифицированная молекула РНК, полученная в ходе этой селекции, эффективно снижает свертываемость крови и в отличие от гепарина нетоксична и не вызывает аллергии. Далее к этому

аптамеру был синтезирован *антидот* — так называемый *антисмысловый* олигонуклеотид, который мог контролировать активность антикоагулянта и за короткое время обращать действие РНК-аптамера. К настоящему моменту получено уже несколько аптамеров, которые являются кандидатами для создания нового поколения антикоагулянтов.

Аптамеры потенциально могут найти широкое применение в клинике в качестве лекарственных препаратов. Наиболее, пожалуй, хорошо изучен аптамер, направленный против *везикулярного фактора роста эндотелия (VEGF)*, который служит мишенью в терапии заболеваний сосудов. И хотя только рибозимы способны расщеплять РНК-мишень, а аптамеры лишь сверхпрочно связываются с ней, в конечном счете эффект получается тот же: синтез «вредного» белка прекращается.

Вышеупомянутый препарат модифицированной РНК (Macugen или Pegaptanib) уже прошел клинические испытания. Он используется для лечения *макулярной дегенерации* — болезни, служащей главной причиной необратимой потери зрения среди людей в возрастной

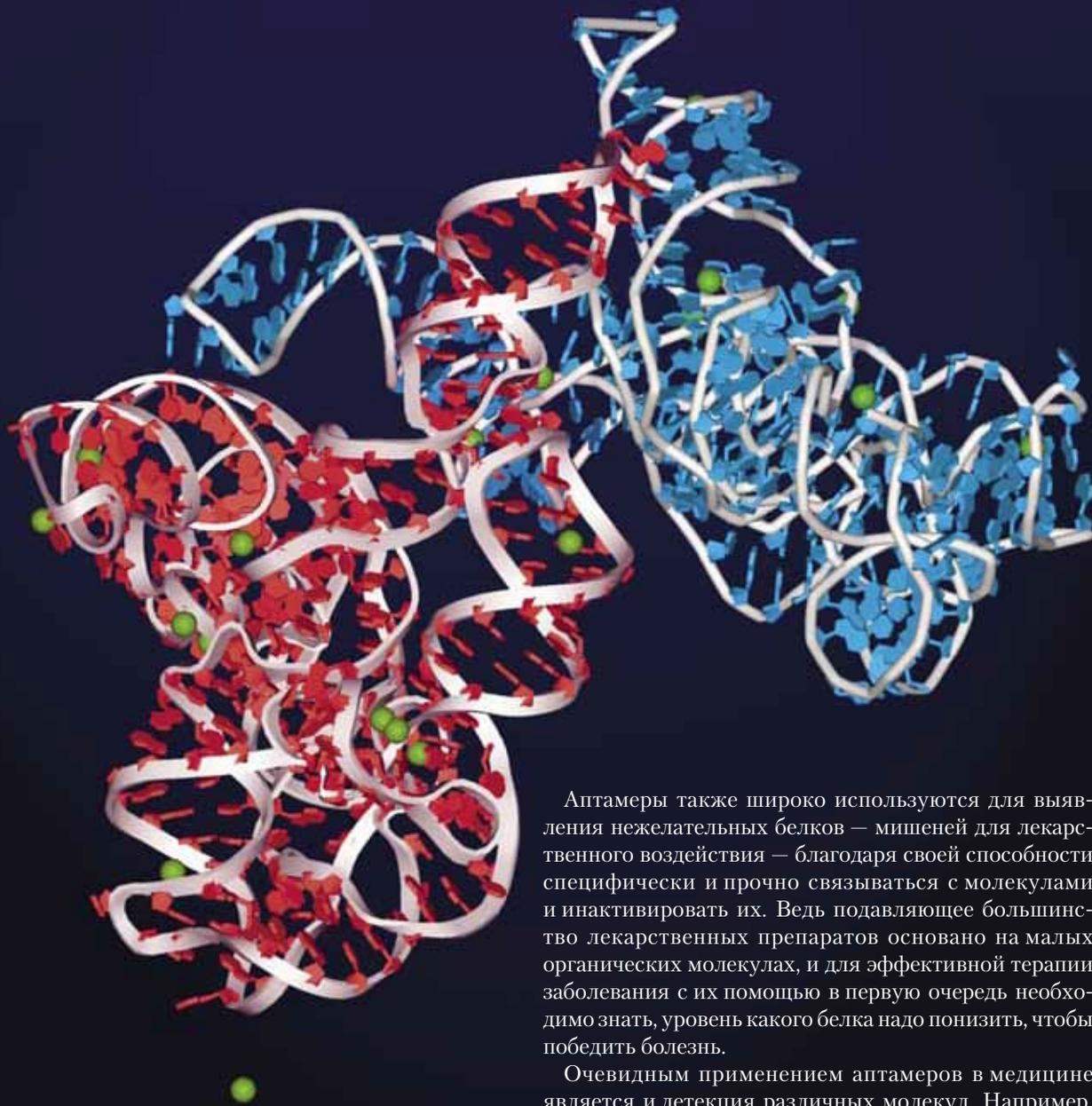
группе старше 55 лет. Лекарство-аптамер вводят непосредственно в глаз пациенту, причем для улучшения состояния достаточно нескольких сеансов.

Помимо РНК- широко используются также ДНК-аптамеры. В обоих случаях для придания лечебным молекулам повышенной устойчивости к действию расщепляющих ферментов, улучшения способностей к связыванию с мишенью либо для обеспечения специфической доставки в организме в них зачастую вводятся дополнительные химические группы.

Прямое попадание

Помимо прямого воздействия на РНК-мишень, аптамеры, подобно антителам, могут доставлять небольшие органические молекулы (лекарства, токсины) прямо в определенные виды клеток. Например, при терапии раковых заболеваний аптамеры «узнают» специфические рецепторы на поверхности раковых клеток и связываются с ними, высвобождая свой смертоносный груз и таким образом специфически уничтожая эти клетки.

Слева — формула отобранного с помощью молекулярной селекции рибозима, умеющего эффективно сшивать фрагменты РНК. На ранних стадиях эволюции — в гипотетическом «мире РНК» (см. «Наука из первых рук», 2004, №2) — подобные примитивные рибозимы могли из маленьких кусочков постепенно наращивать длинные молекулы, которые уже могли выполнять различные сложные функции



Продукт естественной эволюции — природный рибозим, выделенный из инфузории *Tetrahymena thermophila*

Аптамеры также широко используются для выявления нежелательных белков — мишеней для лекарственного воздействия — благодаря своей способности специфически и прочно связываться с молекулами и инактивировать их. Ведь подавляющее большинство лекарственных препаратов основано на малых органических молекулах, и для эффективной терапии заболевания с их помощью в первую очередь необходимо знать, уровень какого белка надо понизить, чтобы победить болезнь.

Очевидным применением аптамеров в медицине является и детекция различных молекул. Например, в некоторых случаях аптамер, специфичный к определенной молекуле, иммобилизуют (закрепляют) на поверхности пластинки. Далее на нее наносится образец. Если в образце присутствуют искомые молекулы, то они быстро связываются с аптамером.

Потом добавляют второй аптамер, который может нести, например, какую-нибудь флюоресцентную группу и который способен узнавать комплекс из первого аптамера с молекулой-мишенью. Если после отмывки пластинка светится — значит, образец содержал искомую молекулу, если же нет — она отсутствует, и весь второй аптамер был смыт с пластинки.

В результате подобных процедур было показано, что с помощью аптамеров можно определять очень низкие количества иммуноглобулинов Е-класса в препаратах

крови, что недостижимо с помощью обычных моноклональных антител. Аптамеры могут высокоспецифично выявлять опухолевые маркеры, что дает возможность использовать их для диагностики некоторых видов рака. Также они могут найти применение в экстренных медицинских ситуациях и в ходе военных действий, когда важно быстро определить в образцах содержание содержащих веществ.

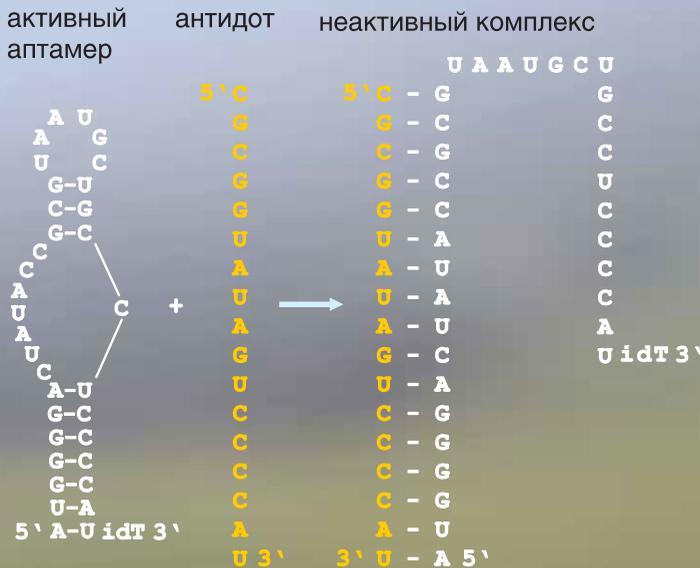
Новый этап — селекция белков

Несколько усложнив экспериментальные системы, молекулярным биологам удалось применить принципы и подходы молекулярной эволюции для получения уже белковых молекул с заданными свой-

ствами. Ведь белок синтезируется в соответствии с генетическими программами, которые представляют собой нуклеотидные последовательности ДНК.

Если взять в качестве программы обычную молекулярную библиотеку последовательностей ДНК, как это делалось в селекционных экспериментах по получению аптамеров, и затем осуществить на ней синтез белка, то получится соответствующий по сложности набор белковых молекул. И если придумать способ отбора последних по функциональным свойствам и способ размножения кодирующих их ДНК-программ, то задача будет решена.

На сегодня реализовано два варианта решения проблемы. При подходе, названном «рибосомный дисплей», транслируемый белок остается связанным с рибосомой



Аптамер к фактору свертывания крови IXa. Антисмысловый олигонуклеотид в роли антидота способен связываться и инактивировать антикоагулянт

(клеточным элементом, который осуществляет сборку белковой молекулы) и кодирующей его матричной РНК. Этот комплекс из трех компонентов и используют для селекционного отбора.

В случае так называемого «мРНК дисплея» кодирующую белок матричную РНК транскрибируют и затем «пришивают» к синтезированному белку. Полученные гибридные молекулы очищают от компонентов

рибосомы и используют для селекции. В результате экспериментов с использованием этих схем были получены высокоспецифичные и прочно связывающиеся пептиды, антитела и ферменты.

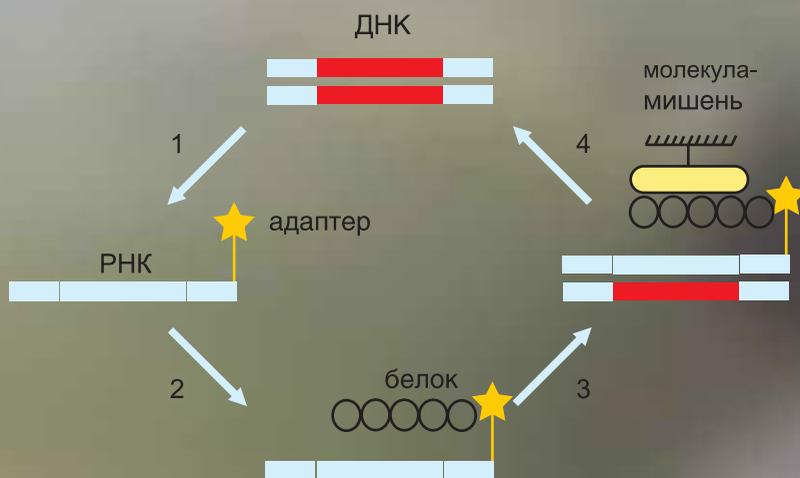
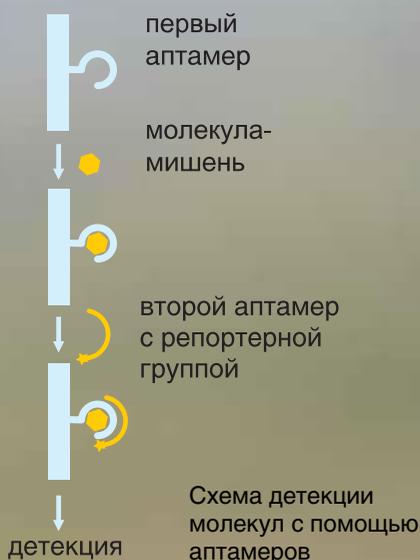
По пути молекулярной эволюции

За считанные годы с момента ее изобретения молекулярная селекция нашла множественные применения в различных областях молекулярной биологии, биохимии и медицины. Спектр оказался очень широк: от фундаментальной науки (гипотеза «мира РНК») до практических применений в биотехнологиях и медицине, включая средства диагностики и лекарства. Этот

«метод грубой силы», основанный на комбинаторных подходах и молекулярной селекции, все шире используется в исследовательской практике и прикладных работах. Автоматизация процессов, использующихся в селекционных экспериментах, и создание эффективной робототехники делают его все более эффективным, позволяют решать все более сложные задачи по созданию молекул с заданными свойствами.

Очевидно, следующим шагом в области молекулярной селекции будет конструирование более сложных систем, которые позволят создавать уже не просто «умные молекулы», но, например, простейшие искусственные клетки для биотехнологических целей. Ведь эволюция, как ей и положено — процесс безостановочный...

При селекции из белковых библиотек в случае «мРНК дисплея» белок «пришит» к соответствующей мРНК, благодаря чему можно размножить отобранные в ходе селекции молекулы



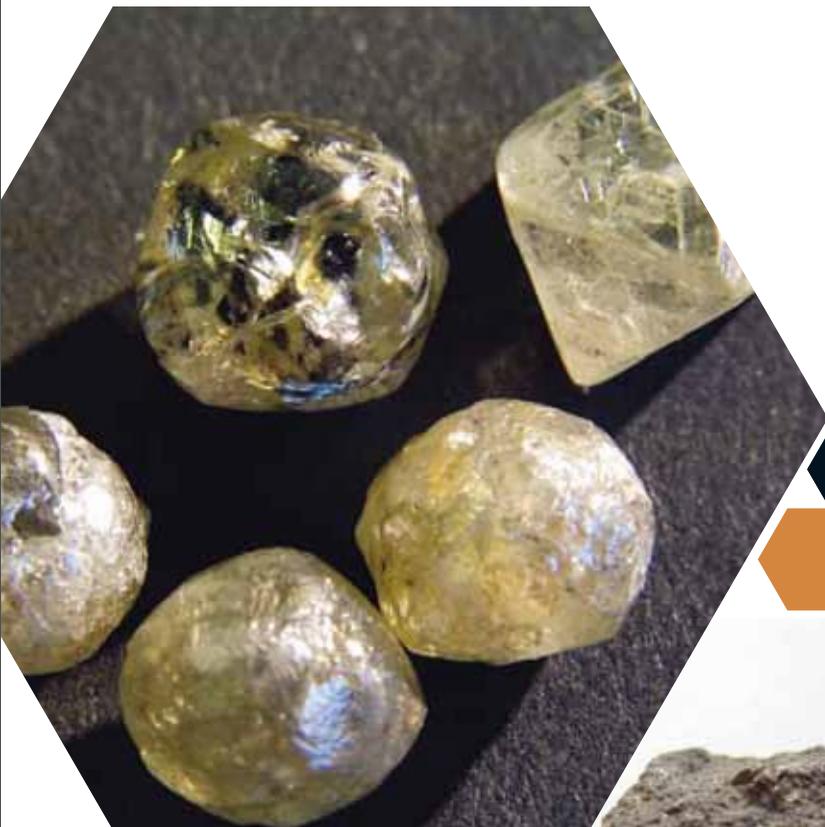
Редакция благодарит к. х. н. В.В. Ковалю (ИХБФМ СО РАН) за помощь в подготовке иллюстративного материала

А. Д. ПАВЛУШИН

САГА О НЕСОСТОЯВШИХСЯ БРИЛЛИАНТАХ



«Лучшие друзья девушек — это бриллианты...», — часто слышим мы песенку, которую напевала еще Мерилин Монро. И перед нами сразу всплывает картинка: ослепительные радужные искры света, вспыхивающие на идеальных гранях камня, оправленного в благородный металл... Доллары, помноженные на караты. Но жалкими останками некогда существовавшего кристалла-красавца представится великолепный бриллиант минералогу, видящему в алмазе совсем иную красоту и пользу. И красота эта недоступна зрителю в обычных условиях освещения, когда алмаз заслуженно сравнивают с невзрачными осколками стекла



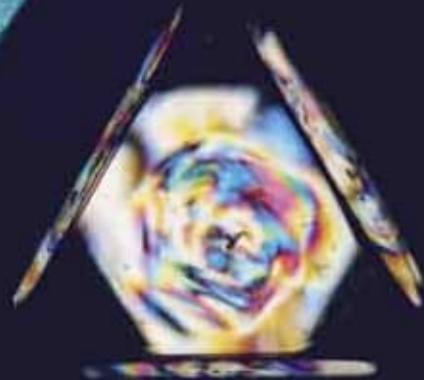
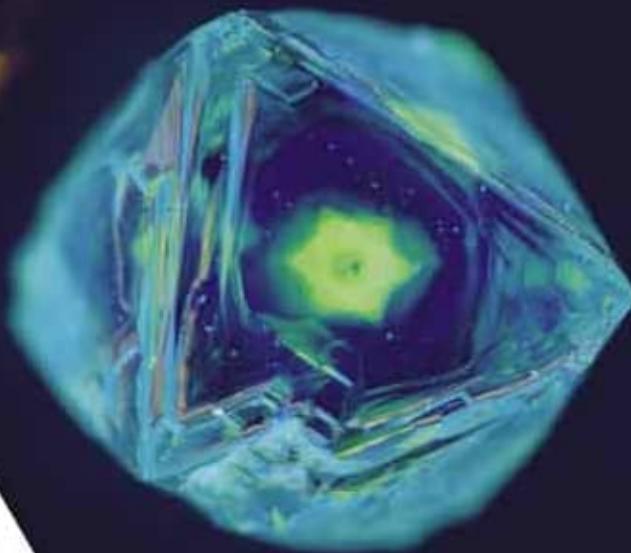
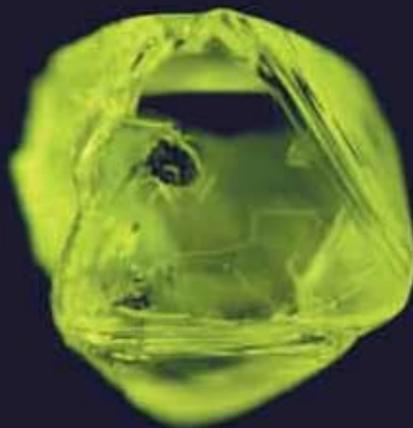
Прекрасный алмаз
рождается в невзрачном
кимберлите



ПАВЛУШИН Антон Дмитриевич — кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией минералогии алмаза в Институте геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (Якутск). Сфера научных интересов — кристалломорфология, кристаллогенезис минералов



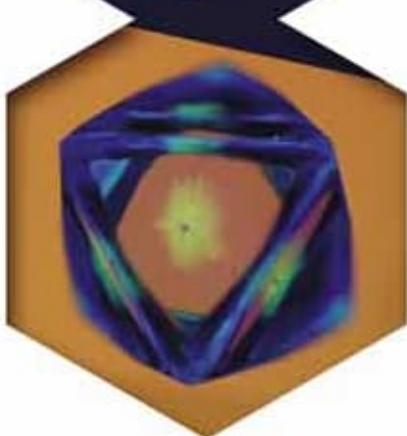
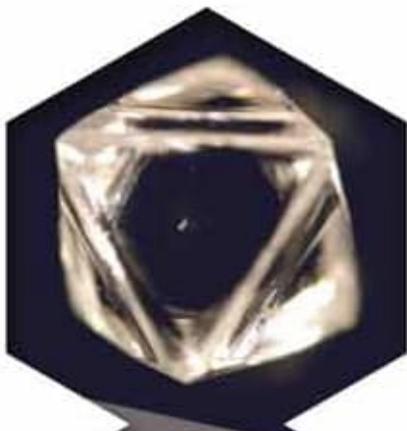
Не считая геологов врагами ювелирных украшений и тем более прекрасного вообще, признаем, что сам алмаз в ходе минералогического исследования может постигнуть незавидная участь. Возникает резонный вопрос: так ли уж необходимо использовать для подобных целей столь редкий и дорогой минерал? Ответ будет — да, стоит. Привлекательность алмаза для геолога определяется уже тем, что с его



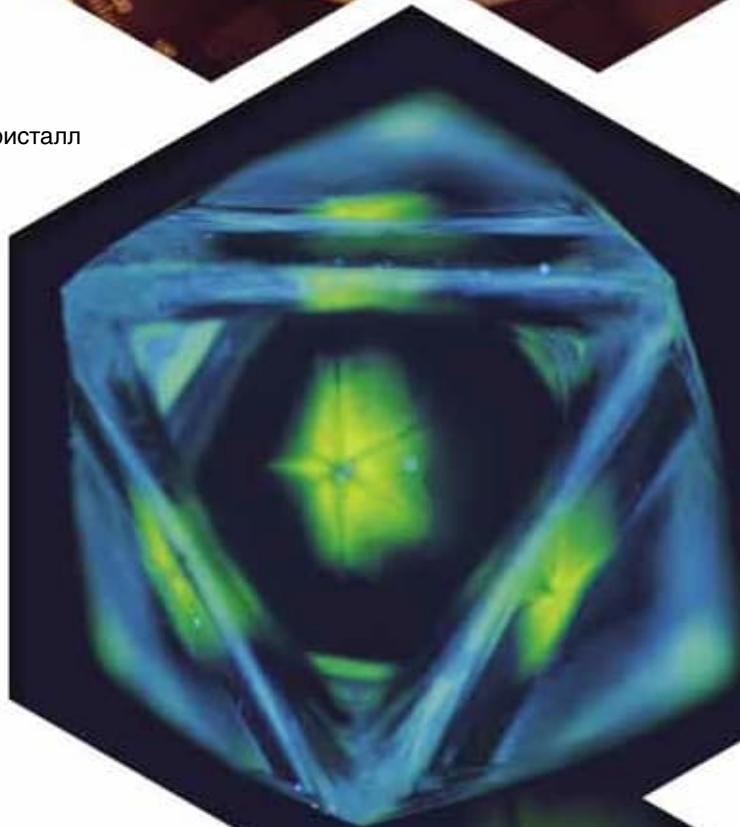
помощью можно узнать много не только о строении Земли и составе слагающих ее горных пород, но и об эволюции в планетарном масштабе. Ведь, как ни странно, человечество много дальше заглянуло в космос, чем в глубь своей родной планеты — последнее можно сравнить, пожалуй, лишь с уколком иголки в кожуру огромного яблока.

Основными источниками алмазов являются *кимберлиты* — магматические породы, поднявшиеся из недр Земли и застывшие в ее коре. Канал их проникновения часто напоминает зауженную к низу трубу, из-за чего сложенные ими горные тела были названы кимберлитовыми трубками. Это своего рода сверхглубокие скважины с ценным содержимым, подаренные нам природой.

Октаэдрические кристаллы алмаза, снятые в различных режимах освещения



Октаэдрический кристалл алмаза в обычном, проходящем, поляризованном свете и ультрафиолетовом свете

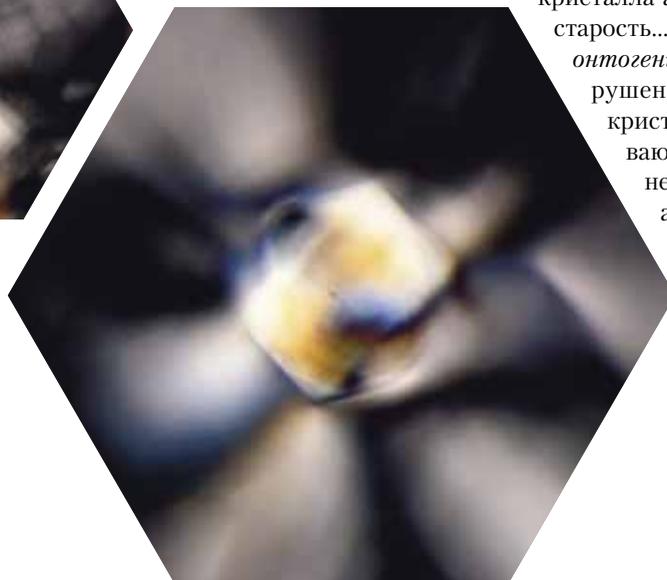
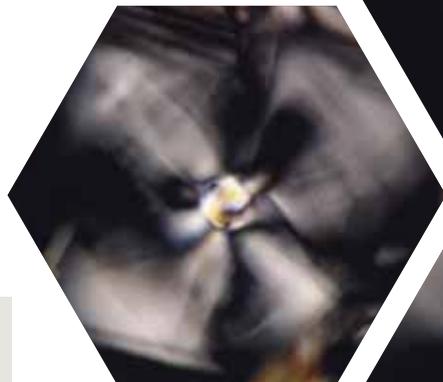
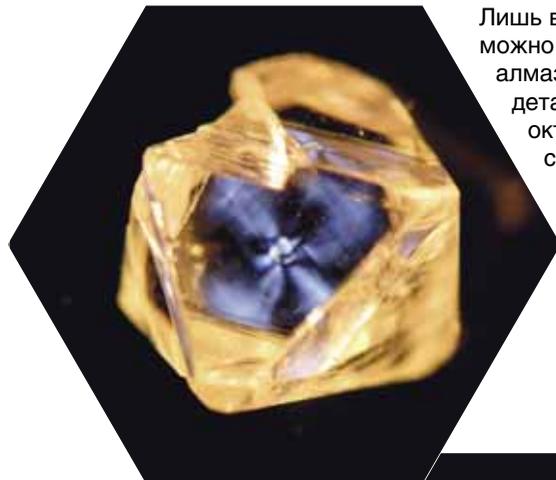


Алмазы образуются из углерода при температуре порядка 1000°C и более и при давлении около 40 кбар. Добытый из кимберлита кристалл алмаза хранит информацию о геологических событиях и процессах, происходивших в мантии Земли на глубинах 150–300 км, начиная с десятков миллионов лет назад. И основная цель современных исследований алмазов — расшифровка этих уникальных данных, заключенных в столь редком и прекрасном «носителе».

Шестилучевая звезда, засиявшая в алмазе под действием ультрафиолетового света, показала продвижение вершин кристалла-октаэдра во время его роста



Лишь в поляризованном свете можно увидеть в центре этого алмазного кристалла тонкие детали строения — ядро октаэдрической формы, свидетельство смены условий роста кристалла



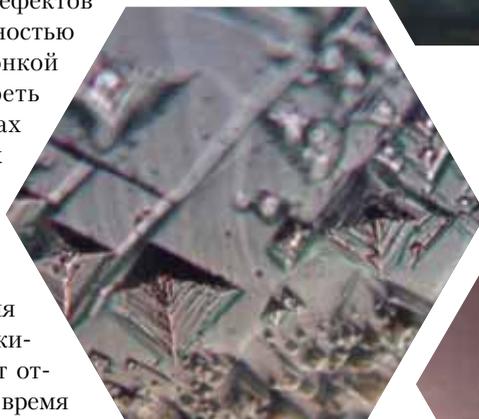
Изучение алмаза начинается с вполне безобидного способа — наблюдения под микроскопом. В этот момент определяется его ценность для дальнейшего исследования и алгоритм решения задач. В первую очередь определяется цвет, форма кристаллов или их сростков. Это могут быть многогранники — октаэдры, кубы, додекаэдры, а также гораздо более сложные округлые формы.

Чтобы изучить внутреннее строение кристалла, используют различные режимы освещения. Его рассматривают в обычном (дневном), отраженном, косом, проходящем, поляризованном свете... Картины меняются почти как в калейдоскопе, и мы видим все больше деталей, о которых раньше и не подозревали. С помощью методов оптической микроскопии мы можем прочесть в первом приближении судьбу кристалла алмаза: его юность, отрочество, старость... Говоря научным языком — его *онтогению*, связанную с ростом и разрушением, а часто — с растворением кристалла. И, между прочим, открывающаяся при таком исследовании неожиданная красота природного алмаза завораживает ничуть не меньше, чем иной совершенный бриллиант.

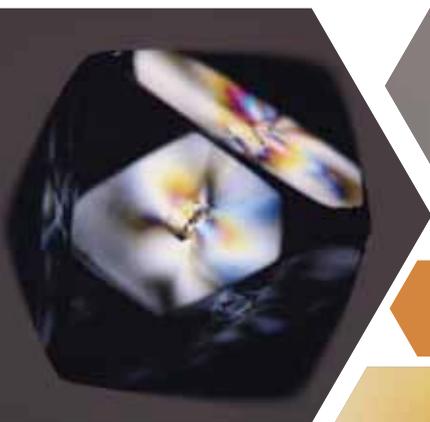
Свечение алмаза в ультрафиолетовом свете — довольно обычное явление. Получаемая при этом картина фотолюминесценции, невидимая при дневном свете, позволяет рассмотреть его внутреннюю анатомию. Дело в том, что на каждой стадии существования кристалла алмаза его форма определенным образом отражается в зонах и секторах роста его граней. Секторы и зоны в алмазе могут светиться любым цветом — от холодного синего до теплого красного и оранжевого. Зависимость цвета фотолюминесценции от состава и дефектов структуры алмаза до сих пор остается полностью не раскрытой. Более детально картину тонкой зональности кристалла можно рассмотреть на специальных ориентированных срезах и пластинках, вырезанных из алмазных кристаллов с помощью катодолуминесцентной приставки к электронному микроскопу. Затем поверхность препарата бомбардируется пучком электронов и фиксируется его свечение. Люминесценция алмазов может возбуждаться и рентгеновскими лучами: это свойство алмаза позволяет отбраковывать посторонние минералы еще во время добычи.

Микроморфологию алмаза — тонкую скульптуру его поверхности — изучают в отраженном свете. Посылая к грани алмаза луч света с известной длиной волны, можно получить картину интерференции в виде чередующихся радужных полос. По расстоянию между последними и измеряется разница в высотах рельефа. Для более детальных исследований поверхности используют электронную микроскопию. Рельеф на гранях кристалла может отражать и заключительный этап его роста, и так называемые постростовые процессы. Например — процессы растворения, которые могли протекать в мантии или при транспортировке кристалла в магматическом расплаве. Благодаря исключительно высокой твердости алмаза скульптура поверхности его кристаллов хорошо сохраняется в течение всех перипетий его жизни на поверхности Земли, связанных с переносом водными потоками. А этот период времени может охватывать сотни миллионов лет!

На поверхности алмаза отчетливо видны следы травления: в виде черепицы на додекаэдрических гранях и в виде тетрагональных ямок — на кубических гранях кристаллов



Правильно ориентированные тригональные пирамидки и распространяющиеся от них слои с как бы остановившимися свой бег ступенями являются формами роста октаэдрических граней алмаза



В кристаллах алмаза можно обнаружить включения различных минералов, которые для исследователей имеют значение не меньшее, чем сами алмазы. Минералы-включения могли образоваться одновременно с алмазом-хозяином. В этом случае их называют *сингенетичными*, они, как правило, отличаются сходством формы с формой кристалла-хозяина. Встречаются и включения, захваченные алмазом непосредственно из среды кристаллизации во время роста кристалла. Они являются более ранними образованиями по сравнению с самим алмазом. Реперами экстремально высоких температур и давлений во время образования алмаза служат включения высокоплотных кристаллических модификаций кремнезема — *стишовита* и *коэсита*. Эти минералы, сравнительно недавно обнаруженные в алмазе, сходны по составу с обычным кварцем SiO_2 .

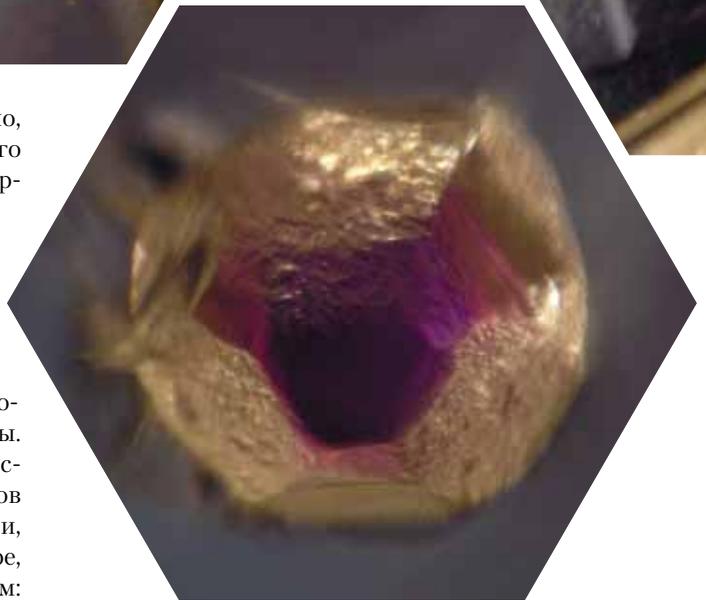
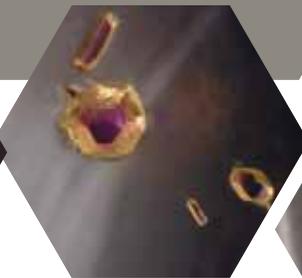
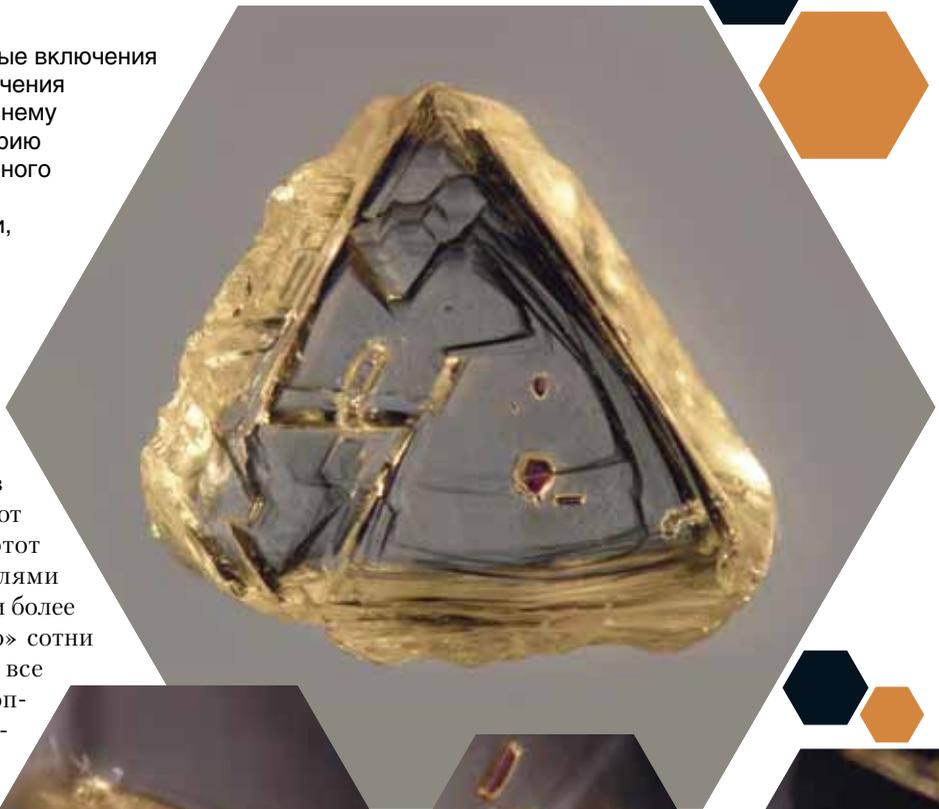
Изучение химического состава минералов-узников и их ассоциаций также дает много информации о некогда существовавших геологических, химических условиях и параметрах температуры и давления. В алмазах часто находят гранат, оливин, пироксен, графит, сульфиды, много других минералов и даже газопо-жидкостные включения. Включения извлекаются из алмаза путем раскалывания, шлифовки или распиловки его кристаллов. Один из лучших способов сохранить «узников» алмаза для исследования — это, как ни печально, сжечь сам алмаз, который легко сгорает в обычной атмосфере при температуре 850–1000 градусов. Золу, оставшуюся после сжигания алмаза, исследуют для определения его состава.

Кристалл алмаза, захваченный во время роста другим, более крупным алмазным индивидом. Фотографии в обычном, проходящем и поляризованном свете

Похожие на леденцы красные включения граната и бесцветные включения оливина в алмазе близки к нему по форме, отражая симметрию зон и секторов роста алмазного кристалла. Это является признаком сингенетичности, т. е. одновременности происхождения минералов-узников с минералом-хозяином

С использованием метода изотопного датирования был определен возраст сингенетичных включений минералов в алмазах. А следовательно, как считают многие, и самих алмазов. Возраст этот оценивается разными исследователями от 1,5 до 3,5 млрд лет. Обнаружены и более молодые алмазы — возрастом «всего» сотни миллионов лет. В последнее время все большее внимание уделяется изотопному составу углерода в алмазе — соотношению тяжелого (мантийного) изотопа C_{13} и легкого (корового) C_{12} . Обнаружение в алмазах легких изотопов, характерных для органических соединений, породило настоящий всплеск гипотез об источнике этих изотопов, вызвало дискуссии о миграции углерода в мантии и земной коре при перемещении материковых и океанических плит. На основании этих данных строятся планетарные модели дегазации ядра Земли в ходе ее эволюции. Как ни удивительно, они привлекаются даже при обсуждении спорного вопроса о происхождении — органическом или неорганическом — нефти и природного газа.

Здесь упомянута лишь малая часть результатов исследований алмазов: этой теме посвящены тысячи научных публикаций. И надо заметить, что с появлением каждого нового метода и на каждом новом этапе исследования, с каждым новым результатом появляются новые спорные дилеммы. Достаточно вспомнить длившуюся почти сто лет дискуссию о происхождении округлых форм кристаллов алмаза: является это результатом процесса роста или, напротив, процесса растворения? Точку в этом споре, похоже, удалось поставить новосибирским геологам: в ходе экспериментов по растворению алмаза было получено большинство его природных форм. Но это уже совсем другая история и тема для новой публикации.



В публикации использованы фотографии автора. На первой странице — фотографии В. Короткоручко

Академик Добрецов:

происхождение и ЭВОЛЮЦИЯ ЖИЗНИ

ДОБРЕЦОВ Николай Леонтьевич — действительный член РАН, доктор геолого-минералогических наук. Председатель Сибирского отделения РАН, вице-президент РАН, генеральный директор Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (Новосибирск).

Н. Л. Добрецов — известный ученый-геолог, специалист в областях магматической геологии, минералогии, петрографии, глубинной геодинамики, внесший большой вклад в исследования метаморфизма пород (в том числе — алмазосодержащих), происходящего на больших глубинах, при высоких давлениях и температуре.

Под руководством Николая Леонтьевича в СО РАН сложилась научная школа по глубинной геодинамике. Здесь активно исследуют и моделируют процессы, происходящие в глубинах Земли, с которыми связаны движения литосферных плит и основные геологические процессы:

вулканизм, землетрясения, рудообразование. Эти исследования

крайне важны для практической деятельности, поскольку крупные месторождения полезных ископаемых связаны с периодами активности мантийных струй, а с геотектоническими процессами непосредственно связаны глобальные изменения окружающей среды и климата.

Научные достижения Н. Л. Добрецова отмечены Ленинской (1976 г.), Государственной (1997 г.), Демидовской (1999 г.) премиями и премией им. А. Н. Косыгина (2003 г.), орденом Трудового Красного Знамени и другими наградами.

В наше время тотальной «интернетизации» получить информацию о человеке крайне просто: стоит набрать в окошечке поисковой системы нужные имя и фамилию. Если это человек известный и заслуженный, вы получите ворох полезной информации, включающей справки из официальных изданий, выписки из протоколов заседаний и статьи из энциклопедий... Так вы можете узнать о человеке много — и не узнать про него ничего. Не лучше ли просто посидеть и поговорить «по душам», узнав из первых рук, что скрывается за скупыми и сухими строчками официального текста? Сегодня у нас встреча с академиком Николаем Леонтьевичем Добрецовым — уже не как главным редактором нашего журнала, но известным российским геологом и не менее известным организатором отечественной науки







Н. Л. Добрецов родился 15 января 1936 г. в Ленинграде в семье научных работников. Дед по матери — Келль Николай Георгиевич — проводил многолетние геодезические исследования на Камчатке, был первым ректором Уральского (Екатеринбургского) горного института. Отец окончил Ленинградский госуниверситет и был профессором физики в политехническом институте, мать — Юлия Николаевна — геологом.

— Тут к юбилею мне в бумагах написали, что я из семьи научных сотрудников — такой классификации раньше не было. Во всех паспортах и анкетах писал: «из семьи служащих». Но на самом деле это была действительно новая интеллигенция, сформировавшаяся в предсоветское, столыпинское, и советское время. Дед мой по матери был настоящий дореволюционный интеллигент, хотя пришел в Петербург почти что «в лаптях». Учился он в Горном институте, куда обычно принимали только привилегированных, а дед к тому же был лютеранином. Но он настолько блестяще сдал экзамен по математике, что тогдашний директор Горного института написал специальное письмо куратору института Великому князю Михаилу, чтобы его приняли.



Дед по отцовской линии, Н. Н. Добрецов (фото слева) с женой и детьми (фото справа) проживал в Великом Устюге. Крайний справа — 5-летний Леонтий Добрецов

Одновременно дед успешно сдал экзамены еще в два учебных заведения, но поступил именно в Горный институт, на казенный счет, потому что денег на учебу не было.

В 1905 году он принимал участие в известной забастовке студентов Горного института, которые требовали самоуправления. После этого деду посоветовали из Петербурга скрыться, и он уехал в Псковскую губернию к отцу, полуграмотному мельнику. Нашли и там, арестовали. Однако крестьяне, подученные его отцом, дружно показали, что в то время он работал на мельнице, ловил рыбу... В результате деда освободили.

В 1908 году его в качестве топографа пригласили в Камчатскую экспедицию, снаряженную Русским географическим обществом на средства купца Ф. П. Рябушинского, — третью большую экспедицию на Камчатку после двух знаменитых экспедиций Беринга. Он проработал там безвыездно более двух с половиной лет, вместе с известными геологами составил первую



Дед по материнской линии, основатель научной династии Келлей, будущий член-корр. АН СССР Н. Г. Келль с женой после свадьбы. Санкт-Петербург, 1908 г.



карту вулканов Камчатки. Удивительное совпадение: там же — на Авачинском вулкане — через много лет встретятся мои отец и мать.

Но это будет уже следующее поколение. Мама, кстати, и родилась на Камчатке — в экспедиции. За бабушкой целый год ухаживал приятель деда из Горного института. А тот через месяц после знакомства ее «увел» и увез молодую жену на Камчатку. Я же в конце концов «определился» в Новосибирске — как раз посередине между Петропавловском-Камчатским и Петербургом.

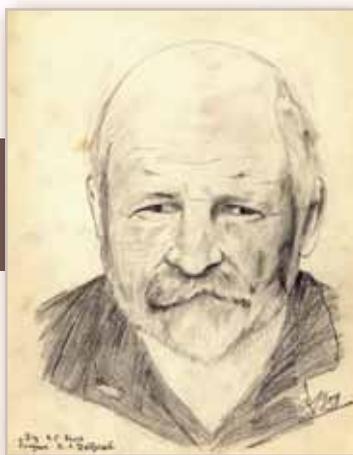
Николай Добрецов с медалью окончил среднюю школу в Ленинграде и поступил на геологоразведочный факультет Ленинградского горного института, который окончил в 1957 г. досрочно (за 4 года) и с отличием.

— Так что не только со студенческой скамьи, но с детства, школы я был как бы «заряжен» на науку. Хотя при выборе профессии колебался. Во-первых, я был председателем школьного литературного кружка: писал стихи, рассказы, рисовал... Моя учительница (фамилию забыл, а звали ее Лия Евсеевна) очень рекомендовала поступать в Литературный институт. Но на экзамене по литературе я получил четверку вместо пятёрки, и мне дали не золотую, а серебряную медаль.

Коля Добрецов,
1950 г. Автопортрет



Дед Н.Г. Келль. Справа — в камчатской экспедиции, 1910 г.; слева — в 1951 г. (Рисунок Н.Л. Добрецова)



М. Н. Келль, доцент Ленинградского горного института



Придрались к тому, что в сочинении по пьесе Горького «На дне» я провел довольно необычные параллели: Луку, например, сравнил с унтером Пришибеевым и т. п. Потом выяснилось, что медалей на школу давали по разрядке всего две, поэтому кого-то надо было понизить. Но я обиделся и при выборе учебного заведения колебался между математикой и кораблестроением, даже подал документы в Кораблестроительный институт: море, приключения, романтика...

Но все же в последний момент передумал — поступил на традиционный для семьи геологический. У отца было такое правило: после успешного окончания школы каждый из нас, четверых детей, мог выбирать себе вознаграждение: либо деньги на подарок, либо — вместе с ним в путешествие. Я выбрал путешествие, только попросил еще 50 рублей на мороженое: целый день ходил по Невскому проспекту и ел мороженое — кажется, даже заболел. А потом поехал с отцом на Памир, на станцию по изучению космических лучей, где провел два месяца и работал лаборантом. Это все окончательно и определило.



Родители — известный физик, профессор Л. Н. Добрецов и Ю. Н. Келль



Семейство Келлей-Добрецовых. 1947 г.

Памир — это почти что космос. Базовый лагерь на высоте 4 тысячи метров. Контрасты поразительные: днем сидишь на солнце — плюс двадцать, а в тенечке — минус 5. Звезды близкие и мохнатые — кажется, рукой можно дотянуться. Горы плюс экспедиция, приключения — все это в таком возрасте производит огромное впечатление, кажется чрезвычайно важным. Мне и сегодня кажется это важным. Я, например, с сожалением уехал из Улан-Удэ, где проработал много лет, и одна из причин этого — Байкал. Не хотелось расставаться





с ним надолго: любовь к нему сохранилась до сих пор, стараюсь хотя бы раз или два раза в год там побывать...

Что же касается Памира, то в результате своего первого приобщения к экспедиционной романтике опоздал на собеседование в институт, не хотели зачислять. Тогдашний декан — известный геолог и тектонист М. М. Тетяев — выслушал историю про Памир и написал резолюцию: «принять». Вот так из смеси противоречивых интересов я все-таки выбрал геологию, о чем не жалею.

Родители Л. Н. и Ю. Н. Добрецовы с дочерью Ольгой и сыновьями (слева направо) Николаем, Георгием, Сергеем. 1952 г.



Отец и сын Добрецовы в горах Памира. 1953 г.



После окончания института четыре года работал в геологосъемочных экспедициях в Сибири, Казахстане и на Дальнем Востоке. В 1960 г. известный специалист по алмазам академик В. С. Соболев пригласил Добрецова на работу в Институт геологии и геофизики СО АН СССР, где он и работает (с небольшим перерывом) до сих пор

— После института сразу попал на производство. Еще во время учебы поступил в Алтайскую геологосъемочную экспедицию, у которой был филиал в Казахстане. Кадров своих не хватало, и они нанимали ленинградских специалистов, которые зимой жили в Ленинграде, а летом работали в экспедиции под Усть-Каменогорском. Меня приняли в эту экспедицию старшим геологом: я пообещал, что «диплом защищу и принесу». И обещание свое выполнил. Потом занимался геологической съемкой к югу от озера Зайсан.

Но тут опять вмешалась судьба — в лице деда. Это он сказал: «Поезжай в Сибирь — чего тебе в Ленинграде

делать? Тут таких, как ты, как сельдей в бочке. А там простор, новое дело. Можешь себя проявить с лучшей стороны». Он написал полушутливое рекомендательное письмо академику В. С. Соболеву, в котором было примерно следующее: «... Володя, помнишь, как ты когда-то у меня рейки таскал на горе Магнитной? Так у меня есть внук, он вроде интересуется наукой. Ты его посмотри, может, пригодится».

Соболев поразил меня сразу. Мы встретились в один из его приездов в Ленинград, в гостинице «Астория» — он был какой-то невыспавшийся, в халате, но весь такой вальяжный. В общем, внешний вид его страшно не понравился. И тут он предложил мне заняться проблемой жадеита. А я сижу и не могу вспомнить, что такое жадеит, поскольку со времени окончания института прошло три года. А Соболев продолжает: «Вот я вам даю статью, здесь все описано. Вы подумайте и дайте предложения». Это меня просто потрясло: на производстве ведь работают совершенно по-другому — ни тебе непонятных проблем, ни каких-то там статей. Да еще и на английском языке! В общем, оставил я все другие варианты и пошел к Соболеву. И тоже не жалею.

С жадеитом все началось с приключений. Владимир Степанович посоветовал обратиться к М. И. Юдину, аспиранту из томского Политехнического, который вроде бы нашел этот жадеит где-то в хребтах Западного Саяна. Договориться, чтобы вместе поработать. Но Юдин отказался от совместной работы: «А чего там кооперироваться вокруг одного обнажения? Хотите, ищите сами».

Так и случилось, что вроде и тема у меня есть, а куда ехать и чего делать — не знаю. Ну, разыскал книжку, где было описание каких-то похожих пород, сделанное В. Д. Томашпольской из того же Политехнического института. Чтобы было понятно, о чем идет речь, сделаем небольшое геологическое отступление.

Жадеит — это минерал, аналогичный альбиту, более известному как полевой шпат. При высоких давлениях он превращается в гораздо более плотный минерал — пироксен. И это ключ к более обширной проблеме: как вообще возникают в земной коре породы высокого давления. По этому поводу всегда существовало много самых фантастических гипотез. Сейчас стало ясно, что эти высокие давления создаются в так называемых зонах глубокого погружения (субдукции), и основная проблема заключается не в том, как туда какие-то породы погрузились, а как они снова оказались на поверхности. Проблема перевернулась вверх ногами!

Крайним примером пород высокого давления служат алмазосодержащие породы. Жадеит образуется при давлении примерно в 6–10 тыс. атмосфер, а алмазосодержащие породы — уже 60 тыс. атмосфер! Глубины соответствующие: 40–50 км и 150–200 км. Чем глубже, тем труднее придумать механизм, как эти породы



С академиками В. М. Титовым и В. К. Шумным

Н. Л. Добрецов — автор и соавтор более 600 научных трудов, в том числе 39 монографий...

— Первая статья, сделанная еще в студенческие годы, называлась «О корреляции главных ионов в ромбических пироксенах». Тогда же дед мне сказал: «Геология штука хорошая, но без математики ты дальше никуда не пойдешь». Был тогда такой А. Б. Вистелиус, который развивал математические методы в геологии, что в то время встречало сильное сопротивление среди ученых. К тому же он отличался тем, что тогда называлось вольнодумством.

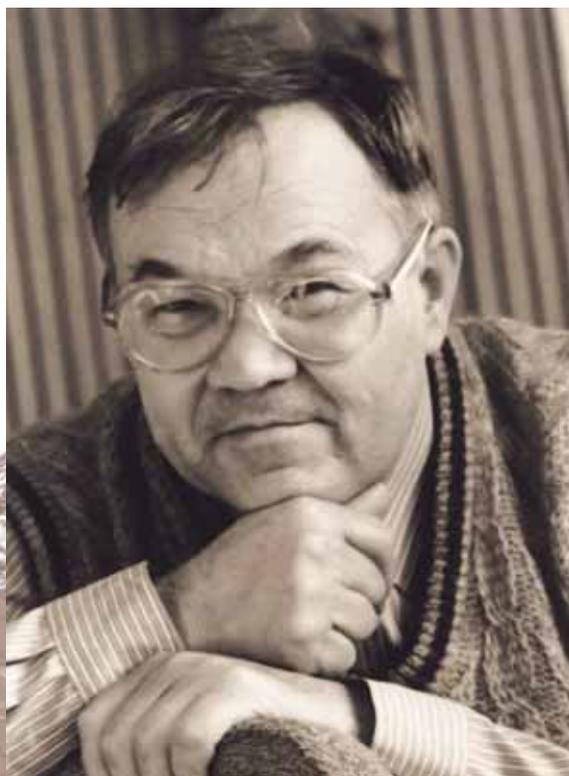
вытащить к поверхности и сохранить. Пока твердо доказано существование подобных метаморфических алмазосодержащих пород в одном месте — Кокчетавском массиве в Казахстане, который мне впоследствии довелось изучать.

Жадеит, который Томашпольская описала, я вскоре нашел и приехал к Соболеву доложить, что задание выполнено и что там очень интересная геология. Я не знал тогда еще слова «меланж», которое нашел впоследствии в западной литературе, но догадался, что породы эти сформировались особым образом: куски, подобные шарикоподшипникам, катились на границе континентальных плит в вязкой серпентинитовой массе. Потом оказалось, что догадка эта была близка к истине. Конечно, это лишь один из способов, теперь известно много других вариантов. Но тогда для меня это была новая интересная проблема, на стыке физики и химии, и вдобавок близкая к тому, чем я занимался раньше, т. е. картированию. Геология начинается с составления хорошей карты. Если таковой нет, то и всем остальным специалистам делать здесь нечего.

За все это его изгнали из университета, уволили отовсюду, но дед мой взял его к себе в Лабораторию аэрометодов — практически небольшой институт, которым он тогда заведовал, дал возможность заниматься любимым делом. На современном языке — настоящее нецелевое использование средств. Я стал посещать его лекции, а затем, по его же совету — лекции по математике на мехмате в течение полутора лет. Времени

хватало, хотя я и спортом тогда много занимался, но было интересно во всем этом разобраться.

Меня всегда задевало, когда кто-то понимает в чем-то лучше меня. Это служило мощным стимулом: сразу лез тогда в первоисточники, в самый «корень»... Поэтому математика у меня шла с геологией как бы параллельным курсом всю жизнь. Не чистая математика, конечно, а прикладные ее применения. И начинал со статистики, теории вероятностей... Позже в Новосибирске мы организовали в Институте геологии и геофизики кружок, семинар по применению математических методов. Из него потом родились курс лекций для





университета и пособие, в котором было приведено много забавных примеров «из жизни» для иллюстрации теории статистических решений — студентам это очень нравилось. До сих пор по этой книжечке читают лекции на геолого-геофизическом факультете...

В 1976 г. Добрецову с коллегами была присуждена высшая награда страны — Ленинская премия — за карту и цикл работ по метаморфическим фациям СССР... В 1997 г. в составе авторского коллектива он получил Государственную премию РФ за цикл работ «Глубинная геодинамика».

— Геолог вообще по своей натуре криминалист. Он должен в прямом смысле видеть «сквозь землю», то есть по отдельным следам и проявлениям, нередко ничтожным, уметь увидеть глубинную структуру и реконструировать все процессы, там протекающие. Конкретнее — надо уметь ответить на очень простой вопрос: если здесь пробурить скважину, что встретится на глубине? Поэтому геолог должен уметь строить геологическую карту, и по ней — мысленные разрезы.

Причем нередко говорят, что поскольку процесс этот непростой и противоречивый, то сколько существует геологов, столько и мнений. Ничего подобного! У нас зачастую порождается просто некий шум: фантасти-

ческие гипотезы, неоправданные предположения... Как, впрочем, не только у геологов. Сегодня подобного, к счастью, становится меньше, особенно благодаря сближению геологии с другими, более точными науками. Все-таки довольно долго она существовала не как «логия», т. е. наука, но как «гео-гнозия», как некое искусство... Но в любом случае она остается крайне увлекательной!

Ленинскую премию академик В. С. Соболев и «соболята» получили в 1976 году за исследования в области теории метаморфизма, одним из эпизодов этой работы было и изучение жадеита. Говоря о метаморфизме, мы имеем в виду основные процессы, происходящие в глубинах Земли. Главный процесс — перекристаллизация пород, фазовые переходы вещества под воздействием все более высоких — по мере движения к центру планеты — температур и давлений. Второй процесс — плавление этих пород и перемещение расплава. Первый как раз и называется метаморфизмом, второй — магматизмом. И руды, и нефть, и алмазы — вещественные следствия того и другого. Поверхностное же выражение этих главных процессов мы называем тектоникой.

Движение плит влияет на ход геологических процессов: одни плиты погружаются, другие сталкиваются и вздымаются, как Гималаи, что, соответственно, вызывает метаморфизм, плавление и перемещение расплавов пород. А это в свою очередь влияет на движение плит, меняя их направление, скорость и т. п.



Коллеги-геологи на 80-летию академика А. А. Трофимука

Сегодня существует довольно полная, понятная и непротиворечивая теория, увязывающая эти процессы. В том числе нам с коллегами удалось построить систему моделей, в которой «состыкованы» все процессы — от верхних до самых глубинных, происходящих в ядре Земли. Тем не менее первопричины внутренней геодинамики во многом остаются неизвестными, потому что для больших глубин подходят лишь косвенные методы исследования: геофизические, расчетные, моделирование... Ну и аналогия с метеоритами. Если принять гипотезу, что метеориты появились в результате распада какого-то тела Солнечной системы со строением, аналогичным земному, то по их составу можно судить о веществе в глубинах Земли.

Н. Л. Добрецову и его коллегам удалось получить принципиально новую информацию о строении и развитии земной коры и верхней мантии, об эволюции физико-химических процессов, протекавших в древние эпохи в недрах Земли. Это способствовало познанию природы геологических явлений и закономерностей формирования многих важных видов полезных ископаемых.

— Одно из ярких впечатлений — океанические геологические исследования. Что меня в них привлекло? Офиолиты, основным компонентом которых является серпентинит, или по-русски — змеевик.

Было высказано предположение, что они представляют собой реликты древней океанической

коры. Чтобы понять, похожи ли они на океаническую кору, надо своими глазами увидеть, как выглядят эти породы в океане. Сначала их драгировали, то есть тащили по дну ковш в местах, где кора обнажена. Это все равно что пустить телегу с черпаком: он по дороге что-то набирает, а потом в этой куче надо разбираться. Но это лучше, чем ничего. Потом стали бурить, а еще позже — после того как были пробурены сотни три скважин — использовать подводные аппараты. И вот в двух таких рейсах, связанных с изучением офиолитов, я принимал участие.

Первый рейс был на корабле «Дмитрий Менделеев», в памятном 1976 г. Тогда мы нашли в материале, поднятом драгами, совершенно необычные породы. Шлифы у нас на корабле делал известный геолог американец Колман, потому что шлифовальщика не пустили в рейс за «моральное разложение» — многоженство. Это были семидесятые годы, не забывайте. Работа у нас оказалась на грани срыва.



И вот Колман — к тому времени уже известнейший ученый! — встал к станку и стал делать шлифы. Он всем так и говорил: «I am a second class engineer».

Найденные породы как раз и состояли как бы из кусков, напоминающих по форме шары подшипников. Докладывая о них на корабельном семинаре, я даже предложил в шутку назвать их «мейбиитами», от слова may be, что по-русски подразумевало «не может быть». Но утвердилось название «бониниты». Оказывается, эти породы были описаны на Бонинских островах еще в конце XIX века, но до наших находок про них забыли.

Потом меня несколько раз приглашали в буровые экспедиции, но я так ни разу не смог поехать. А вот во время рейса исследовательского судна «Мстислав Келдыш» мы работали прямо посередине Атлантики, где расположен так называемый Кингс трог, обнажающий офиолиты возрастом 60 млн лет. Там я опустился в подводном аппарате, и как на грех в этот раз он сломался — отказали основные двигатели — и нам удалось подняться наверх в аварийном режиме: ап-

парат, как пробка, вылетел на 5 метров над водой прямо у самого борта! Могли здорово расшибиться, но обошлось.

Конечно, работа геолога — не сплошные приключения, но без них, как правило, не обходится. Вот на телевидении показывают альпинистов, туристов, экстрим всякий... У геолога этот экстрим хоть и не каждый день случается, но все же — достаточно рядовое событие. Помню, работали мы на Зеравшанском хребте, недалеко от Памира. Забрались на высоту 5,5 тыс. — обычный в тех краях рабочий маршрут. А там флаг стоит и рядом баночка укупоренная. В ней записка: «Наконец-то мы забрались на хребет, на который еще не ступала нога человека!». У моих коллег есть даже несколько шуток по поводу того, что геолог — не человек...

Отличие нашего «экстрима» в том, что если геолог и рискует иногда жизнью, то не ради самоутверждения. Совершенно другая цель — найти, изучить... Так же, как и в других областях науки. Яркий пример — Пастер, который сам себе привил вакцину — не чтобы прославиться, но убедиться в своей правоте. У ученых отсутствует мотив просто сделать что-то «героическое»...

В последнее десятилетие в Сибирском отделении РАН сложилась новая научная школа по глубинной геодинамике. Эта школа активно исследует и моделирует процессы, происходящие в глубинах Земли



— Нужно отметить, что теория геодинамики, соединившая самые разные представления и явления и совершившая революцию в геологии, родилась из казавшейся некогда нелепой гипотезы А. Вегенера о плавающих материках. Вегенер эту гипотезу обосновал в начале XX века, но потом она была отвергнута, когда геофизики установили, что Земля везде твердая, под материками отсутствует слой расплавленного вещества, по которому они могут двигаться. Гипотеза была отвергнута полностью. Но теперь выяснилось, что расплав-то и не нужен. Взамен есть некоторое особое пластическое состояние вещества на определенной глубине, где все

течет, а выше пассивно текут континенты — как льдины в реке.

В этом смысле необычным объектом для моделирования движения плит земной коры и прогнозирования землетрясений может быть ледовый покров Байкала. Эта идея пришла ко мне, как к заядлому рыбаку, которому не раз посчастливилось бывать на байкальской подледной рыбалке. Там, когда сталкиваются льдины, прямо на глазах растут торосы! Гул идет, как при землетрясениях, а вода просто выплескивается из лунок: идет самое настоящее льдотрясение. Вызвано это, понятно, не сейсмическими причинами, а движениями ледовых плит. Интересно, что такое явление бывает только вес-



ной, когда толстые льдины становятся неоднородными: их верхняя часть делается хрупкой, а нижняя, на границе с водой, — подплавленной, особого пластично-вязкого состояния. И все это разнообразие — в метровой толщине... Ясно, что благодаря такой изменчивости структуры и механических свойств лед можно использовать для моделирования самых разных процессов.

Гипотезу дрейфа континентов сначала я тоже встретил в штыки, но постепенно стал ее горячим сторонником. И следующие — после математических — семинары организовал в институте именно по тектонике плит: подбирал докладчиков, которые были за и против гипотезы, делали обзоры литературы... Причем на все

эти семинары ходило много народу — потому что интересно было. Правда, итоговый семинар так и не удалось провести — кажется, уехал куда-то в командировку, а потом и интерес потерял. И меня за это, кстати, до сих пор упрекают, что бросил нужное дело на полдороге...

С 1980 по 1988 г. работал в Улан-Удэ, где возглавлял Геологический институт и президиум Бурятского научного центра СО АН СССР. В 1984 г. избран членом-корреспондентом, в 1987 г. — действительным членом Академии наук СССР.



— Как администратор, менеджер, руководитель я сформировался на работе в Бурятском научном центре — филиале Сибирского отделения Академии наук, — которому отдал почти 10 лет жизни. До этого был заведующим лабораторией и никаких карьер себе не планировал. Но когда местные власти сняли тогдашнего директора Геологического института Ф. П. Кренделева, причем с треском и со скандалом, А. А. Трофимук обиделся и решил послать туда меня.

В конечном счете он меня уговорил. Главным доводом послужили почти те же слова, что когда-то сказал мой дед: «Таких, как ты, завлабов тут полно. А там у тебя появляется шанс. Да, будет трудно, тем более что это — национальная республика. Но главное, у тебя по-



Труд геолога — не сплошные приключения, хотя без них и не обходится. Это работа — нужная и очень интересная!



явятся новые возможности». И действительно, у меня появлялась возможность работать уже в другом масштабе — не лаборатории, где штат десять человек, а хоть и относительно небольшого, но все же института.

Сам институт был небольшой — всего 120 человек, — но это был как раз тот масштаб, с которого хорошо начинать. Я привез с собой нескольких молодых ученых и кое-кого из новосибирских выпускников. Вместе с кадрами, подобранными Кренделевым, у нас получилась энергичная молодая команда. Задачи, поставленные Трофимуком, мы выполнили: институт стал (и до сих пор остается) одним из лучших геологических институтов в стране.

Там пришлось много заниматься проблемами Забайкалья, Прибайкалья, составлять новые, уже обзорные карты, работать с производственниками... Говоря официальным языком, приобретать региональный опыт и заниматься практическим использованием результатов для решения народнохозяйственных задач.

Последнее в то время для такого маленького института было железной необходимостью. Если этого не было, то и хорошего отзыва о твоем институте ждать не приходилось. Любые проверяющие сверху могли сказать: «Да они там какой-то ерундой занимаются!». Хотя в теоретическом плане это могла быть очень интересная «ерунда».

Так или иначе я возобновил основательную работу над картами, что помогло мне вернуться на уровень геологических обобщений — именно в Бурятии я стал тектонистом, кем являюсь и поныне. Это был очень важный этап: моя жизнь в Бурятии состоялась как бы заново — и в научном, и в карьерном, и в личном планах.

А некоторые «кадры» из нашего института стали потом членами Академии и начали «расходиться» по всему Сибирскому отделению: например, в Иркутске Институтом земной коры руководит член-корр. Е. В. Скляров, член-корр. В. А. Верниковский работает в Новосибирске.

В последние годы Н. Л. Добрецов является соруководителем крупных академических программ, таких как «Глобальные изменения среды и климата», «Происхождение и эволюция биосферы» и др.

— В своей научной жизни мне довелось перейти от картирования к петрологии, к расчетам, к геотектонике, а потом уже подойти и к другим глобальным проблемам. Ведь мостики между науками возникают совершенно неожиданные, хотя и вполне логичные. Взять хотя бы эволюцию и происхождение жизни.

Во льдах Антарктиды найдены метеориты. Чем они замечательны? Для них можно точно рассчитать тра-

екторию падения, т. е. определить, откуда прилетел метеорит. Причем если они попали в лед на высоте около 5 тысяч метров, то значит, нижнюю, самую плотную часть атмосферы не пересекали и поэтому сгорели не до конца.

И вот в этой группе метеоритов было обнаружено нечто, напоминающее следы жизнедеятельности организмов.

К этому подключились наши палеонтологи; естественно, увлеклись... Но вопрос этот до сих пор спорный. Потому что все доказательства основаны на внешней аналогии обнаруженных в метеоритах трубчатых структур с продуктами жизнедеятельности бактерий, найденных в окаменевших породах. Например, в фосфоритах из крупнейшего месторождения в Монголии, рядом с озером Хубсугул, для которых действительно доказано рядом методов, что это не просто внешнее сходство с современными бактериальными организмами.

Однако тут же было обнаружено много фотографий различных образований, в том числе очень похожих на нитчатые формы бактерий, обнаруженные в разных рудных жилах, пегматитах...

Поэтому нужны, конечно, тонкие изотопные исследования для того, чтобы доказать, что найденные в метеоритах образования действительно имеют отношение к живому веществу.

В биологии, как и в геологии, почему изотопы исследуют?

В живых системах константы радиоактивного распада остаются теми же, но сами равновесия смещаются или процессы становятся неравновесными, отчего появляется целый ряд изотопных отношений, возможных исключительно в живом веществе. Причем сейчас желательно мерить уже изотопы других элементов, не только «традиционного» углерода. Ведь если углеводороды живого вещества не сохраняются, изотопные исследования углерода уже не проведешь.

Нужны исследования изотопов тяжелых металлов. Почему? Да потому что все живые системы являются системами каталитическими, причем лучшими в мире. Катализаторами являются ферменты, а в их состав обязательно входят металлы, которые, собственно, и определяют их ферментативную способность. В современных ферментах присутствуют железо, медь, никель, серебро... Но есть предположение, что в условиях восстановительной атмосферы древние ферменты могли быть на основе трехвалентных элементов, таких как хром, ванадий, молибден, вольфрам...

Интереснейший вопрос — ферменты у организмов, обитающих вокруг «черных курильщиков», этих реликтов древней биосферы. Никто эти ферменты и тем более изотопный обмен, с ними связанный, вообще не изучал. Конечно, это большая работа, но ведь любая работа начинается с интересной идеи.



Помимо научной работы Н. Л. Добрецов несет на себе груз крупномасштабной научно-административной деятельности. В 1990 г. он стал первым заместителем председателя Сибирского отделения АН СССР; с 1997 г. — председатель Сибирского отделения РАН и вице-президент РАН.

— В работе председателя Сибирского отделения — должности тяжелой и неблагодарной — я вижу одно немаловажное преимущество: обилие научных контактов. Мне вообще в жизни изначально было все интересно. Здесь же внутренняя потребность знать шире своей узкой специальности становится просто обязанностью! Нельзя прийти в какой-нибудь институт или на общее собрание нашего отделения Академии наук и быть там непонимающим, не разобраться предварительно во множестве вопросов. Конечно, глубоко вникнуть во все проблемы невозможно, однако часто возникают такие пересечения, такие ассоциации на стыках наук, которые могут быть интересны и полезны даже специалистам.

Сейчас на занятия непосредственно наукой — геологией — у меня остаются только суббота и воскресенье. А с учетом командировок и того меньше. Ну еще бывают отпуска, поездки на семинары, совещания. Остальное — так называемая организационная работа. Но в принципе точно выделить границы между занятиями «наукой» и «не наукой» просто невозможно.

Не знаю, как у других, но ко мне многие интересные мысли до сих пор приходят ночью. Просыпаюсь, лихорадочно записываю. На самом деле, как мне объяснил какой-то психолог, это означает, что какая-то мысль «запала» и подсознание продолжает работать, а когда мозг освобождается от дневного груза, все это всплывает на поверхность. Я и стихи в молодости сочинял тоже по ночам. Проснусь — а они уже сложились, только записывай...

Как я все успеваю? Никаких секретов в этом нет, и особого распорядка жизни тоже. Как мне говори-



ли сначала Владимир Степанович Соболев, а потом Валентин Афанасьевич Коптюг: «Твой главный талант — высокая скорость мышления и скорость принятия решений». Конечно, когда решения принимаются быстро, то и ошибок в среднем случается даже больше, чем у других. Но при этом есть возможность поправить, отступить вовремя. Это последнее качество считаю очень важным. Если видишь, что есть сопротивление, что что-то не получается, не иди напролом. Нужно остановиться, а иногда и отступить, подумать. А уж потом, перегруппировавшись, снова идти вперед...

На самом деле я недостаточно организован. И не считаю это качеством главным для человека, хотя, конечно, стараюсь какой-то системы придерживаться. Более важной считаю высокую степень ассоциативности мышления.

Говорят, есть два способа мышления. Яркий пример одного из них — М. А. Лаврентьев, другого — С. А. Христианович. Говорят, что когда последнего спрашивали: «А как ты это придумал?», он это однозначно объяснить не мог. Решение, основанное на ассоциации, на каком-то прозрении, просто приходило ему в голову, а потом он уже мог это сформулировать, расписать и т. д. Лаврентьев же принимал решение, исходя всегда из четкого последовательного математического анализа проблемы.

У меня в большей степени именно ассоциативное мышление. В доказательствах я не слишком силен, но стараюсь быстро схватить существо, некий образ... Мне и с математиками легко разговаривать, потому что я всегда пытаюсь понять существо вопроса, не вникая в систему доказательств, ищу физический смысл, который можно найти в каждом уравнении. И в результате уравнение начинает просто «играть». Иногда я и сам не могу объяснить, как это происходит...

О чем не пишут в личном деле:

— Отдыхать люблю так, чтобы было можно полностью отвлечься и расслабиться. Поэтому люблю рыбалку. В свое время ходил на лыжах, но это все же не то. Вроде бы и полезное занятие, и на свежем воздухе, но при этом все равно продолжаешь думать о своем. Или вот с собакой гуляешь — ходишь и приходишь домой мрачным. Жена спрашивает: «Что, плохо с сердцем стало?» Нет, отвечаю, мысли плохие пришли. А вот на рыбалке думать о своем просто невозможно, потому что это азарт! Там думаешь о червячках, где пробурить, как рыбу обмануть. И все задачи, все муки временно отступают.

У меня и дед говорил: отдых — это не безделье, а смена вида деятельности. Но которая обязательно должна сопровождаться расслаблением. При этом даже положительные эмоции не всегда обязательны — они могут быть лишь ожидаемы в будущем. Я вот раньше спортом занимался, который, кстати, тоже очень помогал. Там



когда тренируешься, себя преодолеваешь — бежишь, например, — какое удовольствие? Потеешь, сердце стучит, в ушах звенит... А результат будет еще через полгода, на соревнованиях. Но ты на эти будущие положительные эмоции надеешься и продолжаешь бегать, потеть до изнеможения. В науке, кстати, ситуация очень схожа: сначала есть какой-то маленький успех, потом — побольше. Потом — открытие, и чувствуешь себя именинником, причем независимо от того, поздравляют тебя или нет.



Отдыхать нужно так, чтобы можно было полностью расслабиться. Для этого нет ничего лучше, чем рыбалка и грибалка

В спорте мне всегда нравились игровые, командные виды. Там каждый разыгранный мяч — это маленькая победа или, наоборот, поражение. Эмоции каждую минуту! А вот лыжи и бег на длинные дистанции — совсем другое. Зато там воспитывается реакция, умение быстро перестроиться, там учишься терпеть. Терпеть, терпеть, терпеть... Преодолевать себя. Ведь, как известно, самая главная победа — над самим собой.

В этом смысле геологу-полевiku в маршруты ходить легче, чем многокилометровую дистанцию по стадиону гонять. Хотя и приходит он со стертymi ногами, с разъеденным мошкой, распухшим лицом — глаз не видно, все заплыло... Но при этом ему и в голову не приходит, что он мучится. Это работа — нужная и интересная.

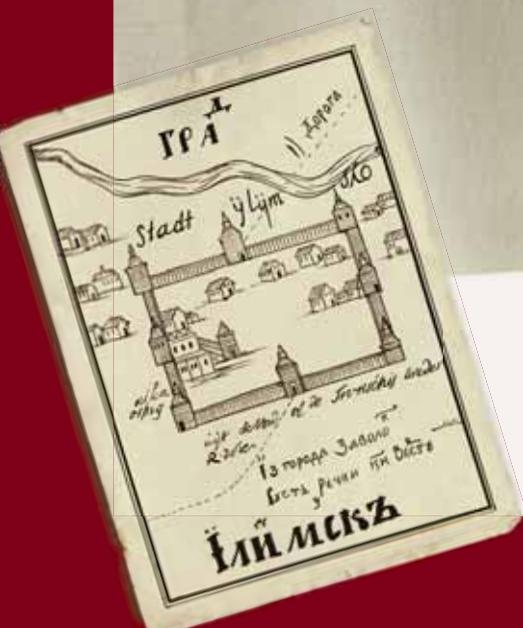
А лучший отдых в таежных условиях — баня. Самое главное в экспедиции — иметь хоть маленькую баньку, хоть в палатке... Пять минут попарился — и как рукой все сняло. Все-таки баня — это несравнимо, это номер один. Вот когда на Алданском щите работали или на Камчатке — каждый день парились, иначе



на следующий день чувствуешь себя просто больным. Поэтому даже когда приходишь из полевого маршрута смертельно усталым, все равно баньку закупаешь. А после бани и спишь сразу, как младенец, и на следующий день нормально работаешь. Это лучше всяких лекарств.

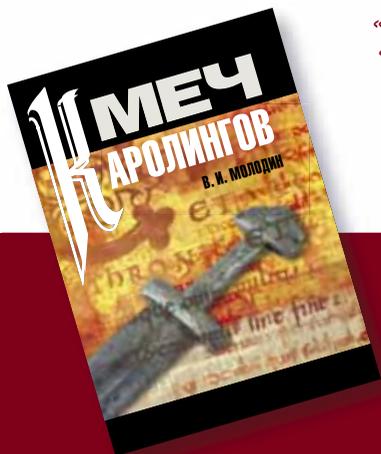
К сожалению, сейчас это средство почти не использую — не получается. Но я и в поле почти не езжу — времени катастрофически не хватает. И если езжу, то уже в комфортных условиях — чтобы подвезли к обнажению, пояснили, что там есть. Вот такая у меня теперь работа... Но мне, к счастью, все же остается кое-что — пожалуй, самое интересное и важное для геолога: посмотреть и понять, как и когда все произошло...





Город Илимск
(по С. Ремезову)

Илимское распятие



«Илимское распятие» — очерк из новой книги В. И. Молодина «Меч Каролингов», которая выйдет в 2006 г. в «Библиотеке журнала «НАУКА из первых рук». Это книга об археологии и людях, посвятивших себя этой науке, работавших вместе с автором в экспедициях. Два очерка из книги были опубликованы в сокращенном варианте в предыдущих номерах журнала («Странствующий рыцарь», № 0(1), 2004; «Меч Каролингов», № 1(4), 2005)

ИЛИМСКОЕ РАСПЯТИЕ



Милиционер выбрался из кабины могучего лесовоза и подошел к нашему раскопу. Он был совсем юн, мундир на нем сидел ладно, а на погонах я заметил по четыре звездочки. Капитан. Милиционер

весело улыбнулся. Его лицо источало добродушие и приветливую веселость, которая всегда располагает к себе.

— Заедешь на обратном пути, — крикнул капитан водителю и обратился к нам. — Привет археологам! Экскурсию не проведете?

Я отложил план раскопа и направился к неожиданному гостю. Мы поздоровались. Милиционер оказался участковым уполномоченным из соседней с Илимском деревни. Он с увлечением стал рассматривать вскрытые захоронения илимского некрополя, разглядывал находки, живо интересовался нашими делами, задавая при этом десятки толковых вопросов. Привлекало в нем и то, что с неподдельной теплотой расспрашивал об ис-



МОЛОДИН Вячеслав Иванович — действительный член РАН, доктор исторических наук, первый заместитель председателя СО РАН (г. Новосибирск), заместитель директора Института археологии и этнографии СО РАН, профессор НГУ, член-корреспондент Германского археологического института, лауреат международной премии А. П. Карпинского, Государственной премии РФ

тории Илимска, сожалея, как и мы, что много леса под воду уйдет, да и городишко хоть и маленький, по существу деревня, но ведь история-то у него какая! А тут все снесли, бульдозером сровняли и затопят скоро... Одним словом, весьма симпатичный был парень.

— А знаете, Вячеслав, — улыбаясь, сказал милиционер, — я ведь не просто из любопытства к вам заглянул.

Я с недоумением посмотрел на собеседника: зачем мы могли ему понадобиться? От милиции приятного ждать не приходится. Хотя нужно признать, что ежели у человека что-нибудь случается, то бежит он не куда-нибудь, а именно в это учреждение.

— Вот еду и думаю, — продолжал он лукаво, — понравятся мне эти заезжие археологи — все им расскажу и буду с ними дело иметь.

— А если не понравятся? — насмешливо спросил кто-то из ребят.

— А не понравятся — поищу других. Тут, в зоне затопления будущей ГЭС, много вашего брата нынче трудится...

— Ну и как? — спросил кто-то из девочек. — Понравились?

— Не будь я женат, тебя, сероглазую, уж точно бы с собой увез, — засмеялся капитан. — А дело вот в чем, ребята. На днях принесли к нам в отделение штуковину одну. Деревянная фигура Иисуса Христа — ни больше ни меньше. Похоже, была она когда-то прибита к кресту, но ее оторвали, и где сам крест — неизвестно. У нас в отделении, да и в поселке нашем, никто толком не понимает, какую ценность эта штукovina представляет. Показал в школе учителям — они-то и надоумили к вам заскочить. Я и сам думаю, что вещь ценная. Сделана уж больно красиво и раскрашена...

— Так чего же мы ждем, товарищ капитан? — в тон ему ответил я. — Вон как раз и машина за нами идет. Сейчас пообедаем вместе да и поедем...

С горы, где мы жили в одном из домиков строительного мостоотряда, медленно спускался наш ГАЗ-66. Олег ехал за нами — приближался обеденный перерыв.

Капитан, по-видимому, не ожидал такого поворота событий. Он смущенно посмотрел на приближавшуюся машину.

— Сейчас никак не получится, Вячеслав. Я ведь к вам

по пути заглянул, а еду я по своим делам в Железногорск. Машины у нас в отделении пока нет, мотоцикл сломался, вот я и путешествую на попутных, а в воскресенье у меня выходной, я к вам и заеду. Идет?

— В воскресенье так в воскресенье, — ответил я. — Но победать-то с нами вы можете? До Железногорска ведь не близкий путь.

Парню эта идея явно пришлась по душе, но, как назло, лесовоз уже мчался с горы, опережая Олега.

— До воскресенья, — снова улыбувшись, повторил капитан. — Водитель спешит и ждать не будет, а другую попутную едва ли скоро поймаешь.

Он вскочил на подножку притормозившей машины и помахал нам из кабины рукой.

До воскресенья было далеко, и я, признаться, за многочисленными делами и заботами подзабыл о приезде капитана. Однако ранним сентябрьским утром он неожиданно появился у нас в домике, на этот раз не один. С капитаном приехала очаровательная девушка. Как выяснилось при знакомстве — его жена. Мы радушно встретили гостей, накормили то ли поздним завтраком, то ли ранним обедом, показали находки.

Девушка работала учительницей младших классов. Как и ее супруг, она обворожительно улыбалась, расспрашивала о Новосибирске и особенно об Академгородке, слава которого в семидесятые годы гремела не только по стране, но и по всему миру.

На дворе стояла чудная золотая осень. Было солнечно и тихо. Сибирская тайга переливалась яркими красками: золото берез и лиственниц смешивалось с ярко-красным багрянцем рябины, с зеленью елей, сосен и кедров. Воздух был свеж и прохладен и насквозь пропитан запахами хвои, грибов, прелого листа. Внизу, в долине, голубой лентой струился Илим.

Мы разместили гостей в кабине нашего 66-го, я забрался в кузов. До деревни доехали быстро. Дорога была хорошо накатана машинами, и Олег, очевидно, вдохновляемый милой спутницей, давил на всю железку.

Поселок был довольно большой. Добротные типовые срубы с большими окнами и застекленными верандами наводили на мысль, что живут здесь основательные и зажиточные люди.

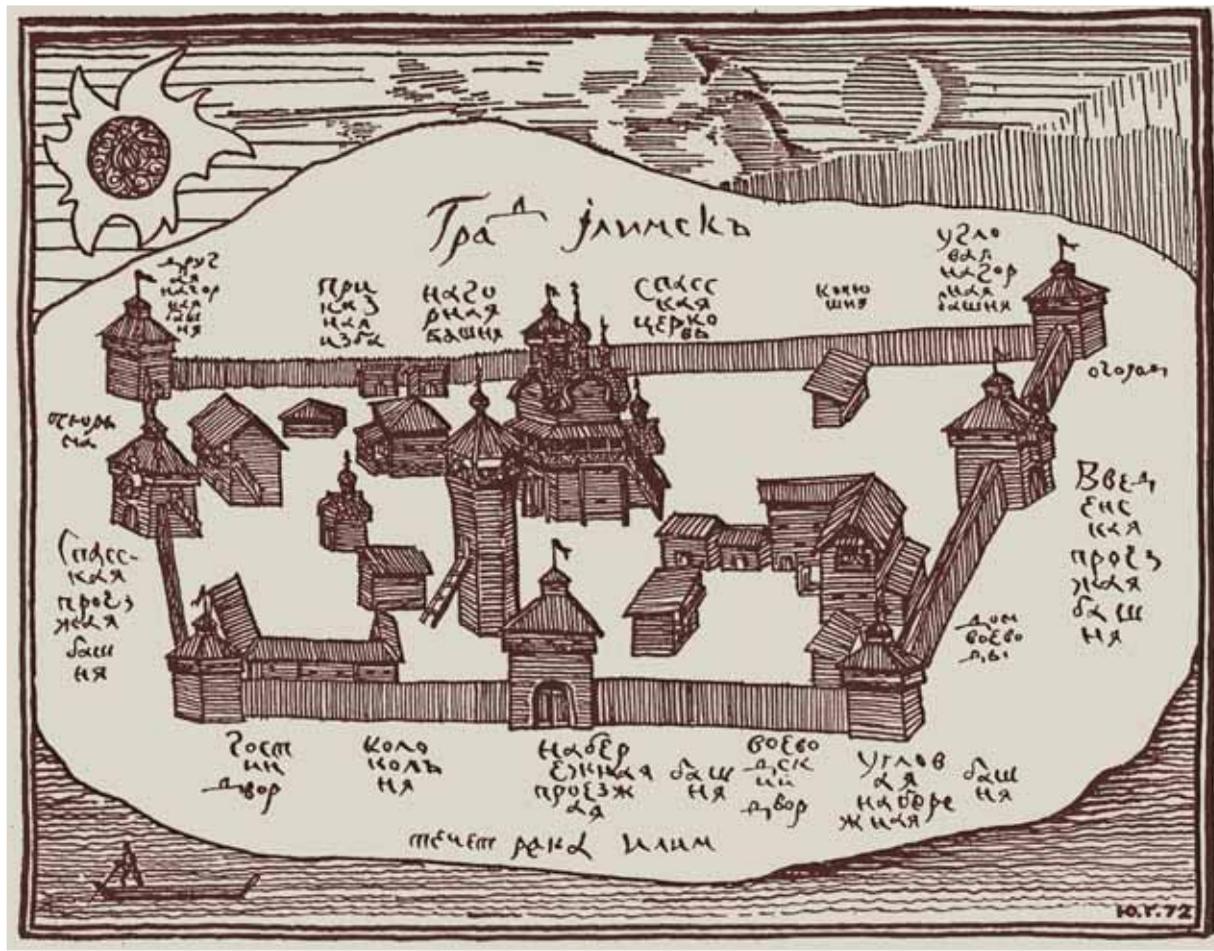
Ребята предложили поехать к ним в гости, но я не решил обременять радушных хозяев, да и находку, ради которой мы предприняли поездку, хотелось поскорее увидеть.

В милиции нас встретил дежурный сержант, который весьма оживился, услышав от своего начальника, кто мы и зачем пожаловали.

Пока капитан ходил за скульптурой, хранившейся в сейфе, сержант поведал нам с Олегом целый деревенский детектив, связанный с находкой.

А начиналась история в Илимске!





Илимский острог. Реконструкция Юрия Гричана

— Уже перед самым началом подготовки к затоплению Илимска, где вы сейчас работаете, — рассказывал сержант, — ребяташки откуда-то притащили в местную школу довольно большой по величине деревянный крест, к которому была прибита вырезанная тоже из дерева фигура Иисуса Христа. Директор школы резонно предположил, что крест принадлежит скорее всего какой-нибудь из илимских церквей, и решил отвезти его в художественный музей Иркутска. Однако через несколько дней крест загадочно исчез из учительской. Попытки найти его ни к чему не привели. Да, по-видимому, и были они чисто формальными, поскольку в милицию никто не обращался.

После того как почти все жители Илимска разъехались, при разборке очередного здания в его подвале неожиданно обнаружилась пропажа. Но выглядело изделие уже совсем по-другому. Деревянный Иисус был сорван с креста, а сам крест бесследно исчез. Наверное, грабители посчитали, что он не представляет особой ценности, а вот деревянная фигура Иисуса, несомненно, замечательна. К тому же значительные размеры креста, по-видимому, не позволяли его надежно спрятать, а вот

для скульптуры можно было подобрать надлежащий тайник. Школу в Илимске к тому времени уже ликвидировали, и поэтому рабочие передали распятие продавцу еще сохранившегося магазина, чтобы та, в свою очередь, отдала находку в органы власти при поездке за товаром в Железногорск. Но распятие снова украли — уже прямо из магазина! В последний раз его нашли мальчишки именно в этой деревне — то ли в подвале, то ли на чердаке какого-то жилого дома — и отнесли в школу. Один из школьных учителей, раньше проживавший в Илимске, принес его в отделение. Он-то и рассказал нам всю эту детективную историю, — закончил сержант.

Слушая рассказ милиционера, мы с Олегом и не заметили, как в комнату вернулся капитан. В руках он держал объемный сверток, в котором угадывался силуэт распятия. Фигура была весьма внушительных размеров.

Капитан эффектным движением сдернул матерчатое покрывало, и перед нами предстала действительно великолепно изготовленная фигура Спасителя. Мастер был несомненно талантлив. Ему удалось изящно и крайне



реалистично воплотить в дереве фигуру распятого Иисуса, передав прекрасный трагический лик и самую обнаженную фигуру в набедренной повязке. Эффект усиливало то обстоятельство, что фигура Спасителя была вдобавок покрыта красками, которые не утратили своего колорита, хотя и покрылись характерной для старинных изделий подобного рода так называемой паутиной.

Без сомнения, фигура Христа первоначально была прибита к кресту. Причем сделано это было так же, как в свое время поступили с Иисусом: деревянную фигуру прибили к кресту коваными железными гвоздями. Отдирая скульптуру от креста, грабители не церемонились — в результате пальцы рук, изготовленные тончайшей резьбой, были повреждены. Отломана была и часть набедренной повязки.

Я взял скульптуру в руки. Она поражала изяществом и в то же время идеальным лаконизмом. Она была легка и казалась почти невесомой...

Мастеру понадобилось три куска дерева, чтобы создать это удивительное произведение. Из одной части он вырезал туловище, голову и ноги. Руки были

изготовлены отдельно и крепились к торсу, по-видимому, клеем. Тончайшая резьба воспроизводила даже прическу.

Несколько минут мы стояли как замороженные... Капитан, явно довольный произведенным эффектом, наконец нарушил молчание:

— Ну как, Вячеслав, ценная штукавина?

— Ценная — не то слово. Бесценная! И место ей, конечно, в хорошем музее!

— Так за чем же дело стало? — снова очень хорошо улыбнулся милиционер. — Упаковывайте и забирайте!

Откровенно говоря, я слегка опешил. Никак не мог подумать, что вот так просто, на полном доверии все и решится. Мне почему-то казалось, что, услышав от меня заключение о том, какую ценность представляет находка, капитан вежливо поблагодарит меня, а уж в музей повезет ее сам. А тут — «упаковывайте и забирайте!»! Еще не веря в сказочную удачу, я молча стал упаковывать скульптуру. Олег помогал мне, точно боялся, что капитан вдруг передумает.



Действительно, из толстых досок Корякин сделал для скульптуры настоящий саркофаг, дублирующий ее форму. Драгоценную фигуру завернули в вату и марлю и уложили в футляр, а вместо крышки использовали лист фанеры.

Так замечательная деревянная скульптура Иисуса Христа попала в наш институтский музей. Несмотря на свою незаурядность, публикаций о ней в научных изданиях так и не появилось. Иногда, правда, я пытался взяться за ее осмысление. Смотрел специальную литературу по деревянной культовой скульптуре, хорошо известной в Пермской области и в Средней Сибири, однако аналоги илимской мне не встречались. Опубликованные изображения из дерева распятого Спасителя были значительно грубее и представляли, несомненно, иные художественные школы. Поскольку я не обладал специальными знаниями предмета, руки у меня опускались. Проконсультироваться в Новосибирске было не у кого, и я откладывал это занятие на неопределенный срок.

Завеса тайны илимского распятия слегка приоткрылась, когда я взялся за исследование коллекции нательных крестов из илимского острога. Естественно, что наряду с изучением специальной литературы пришлось поднять все то, что было написано по Илимску. При чтении дореволюционных изданий меня не покидала мысль: а вдруг встретится что-нибудь про деревянное распятие? Мысль эта сидела глубоко в подсознании, но сидела, по-видимому, прочно, поскольку я даже не удивился, когда, читая монографию Н. В. Султанова, посвященную сибирскому деревянному зодчеству, в том числе и илимскому, вдруг наткнулся на взволновавшие меня строки...

Церквей в Илимске было четыре, и Султанов приводит в своей книге их описание, опираясь на данные С. Попова и святого отца М. Сизого. Поскольку книга Султанова вышла в 1907 году и является библиографической редкостью, я приведу цитату из нее полностью, тем более что она проясняет многие вопросы о происхождении распятия и его датировке.

На этом мы и расстались.

По дороге в Илимск мы долго говорили с Олегом о том, что не перевелись на Руси порядочные люди, а особенно приятно, что есть они и в милиции.

Излишне, наверное, говорить, в какой восторг привела скульптура Иисуса членов нашего отряда. Весь вечер она переходила из рук в руки. Да и поступок капитана вызвал неподдельное восхищение.

— Как же мы ее домой повезем? — спросил кто-то из ребят. — На руках все время не продержишь, а с находками помещать опасно...

— Упаковку беру на себя, — неожиданно для меня сказал Витя Корякин. — Я уже представляю, как это нужно сделать. Так что, Слава, на этот счет не беспокойся.





Илимск (1975). Раскопки завершены. Через несколько минут мы поедем домой... Позади полугодовой сезон. На снимке Олег Сентябов, Витя Корякин, автор

«Обратимся теперь к третьей и последней (на самом деле «последняя» церковь, т.е. четвертая илимская, — Спасская, относящаяся к XVIII веку, и ее описание также имеется в цитируемом мною сочинении. — В. М.), о которой говорит г. С. Попов.

Вот что он о ней сообщает: «Другая церковь, также принадлежащая к Илимскому приходу, находится на так называемой заимке в шести верстах от города, в лесу; церковь эта также одноэтажная; построена, как значится по клировым ведомостям, в 1707 году, во имя Рождества Предтечи и Крестителя Господня Иоанна. Архитектурой она сходна с церковью, находящейся в слободе, исключая только то, что однопрестольная, а вследствие этого и с одним куполом.»

В отношении своего зодчества церковь эта представляет собою верх без искусственности и простоты: это обыкновенная изба, с западной стороны пристроена паперть в виде крытого крыльца, а на крыше устроена не менее первобытная главка; нижняя часть ее, постамент, по форме — такая же изба, только маленькая, поставленная поперек нижней, или главной, избы. Этот постамент по коньку своей крыши украшен крохотною луковкою на тонкой шее.

Оба сруба, и нижний большой, и верхний маленький, срублены «без остатка» — «в лапу», что ясно видно на рисунке.

Церковь имеет два окна с южной стороны и две двери с паперти: с запада и с севера. Паперть охватывает церковь с боков и заканчивается у алтарей. Пол ее приподнят над уровнем земли на два аршина, что объясняется, конечно, толстым зимним слоем снега». Относительно внутренности церкви он заимствует у О. М. Сизого некоторые подробности, о которых умалчивает г. С. Попов.

«Клирос в церкви, — пишет О. Сизой, — один правый. У клироса на пьедестале утверждено резное изображение на кресте Христа Спасителя, с таким же изображением по сторонам Божией Матери и Евангелиста



Раскопки кладбища Илимского острога

Фото из архива автора



Город Илимск летом 1973 г.

Иоанна. Иконостас самой простой работы, незатейливо сколоченный из досок и балок, на которых также просто укреплены местные иконы, писанные на холсте. Из икон останавливают на себе внимание икона Спасителя по правую сторону царских врат и икона Божией Матери по левую. Та и другая — древней живописи, весьма схожей с нынешней, так называемой суздальской. На святом престоле до сих пор сохраняется деревянная дарохранительница с несколькими помещениями, крашенная. Как в алтаре перед святым престолом, так и в самой церкви перед местными иконами все подсвечники деревянные, сохранившиеся, наверное, с самого построения храма. Храм освещается семью небольшими окнами, в которые вместо стекол вделана слюда. Венчающий церковь купол с утвержденным на нем крестом устроен совершенно так же, как и у предыдущих храмов. Для совершения божественной литургии при храме имеется св. антиминс, священнодействованный митрополитом Тобольским Филофеем в 1704 году».

Таким образом, можно однозначно сказать: деревянное распятие Иисуса Христа находилось лишь в одной церкви Илимского прихода, следовательно, находка, о которой идет речь, происходит из храма во имя Рождества Предтечи и Крестителя Господня Иоанна. Церковь эта была разрушена раньше, чем погиб город, и многое из ее убранства, по-видимому, перекочевало в Илимск и где-то хранилось, пока не пошло по рукам... Весьма вероятно, что изготовлено распятие было примерно в то же время, когда построен и сам храм, т. е. в начале XVIII века.

И можно почтись за счастье, что после долгих скитаний распятие попало в руки честных людей, которые берегли его и передали специалистам.

Сейчас, после реконструкции нашего институтского музея истории и культуры народов Сибири, созданного Алексеем Павловичем Окладниковым и посещаемого многочисленными гостями Академгородка, я уверен, что илимская скульптура займет достойное место в этнографической экспозиции. А еще надеюсь, что кто-то из специалистов по древней культовой скульптуре Сибири, искусствоведов, посвятит ей специальное исследование. Право, произведение того стоит!

А тогда в Илимске, в том далеком, таком дорогом для меня 1975, была непередаваемая радость обретения бесценной находки и непреходящее желание любоваться ею...





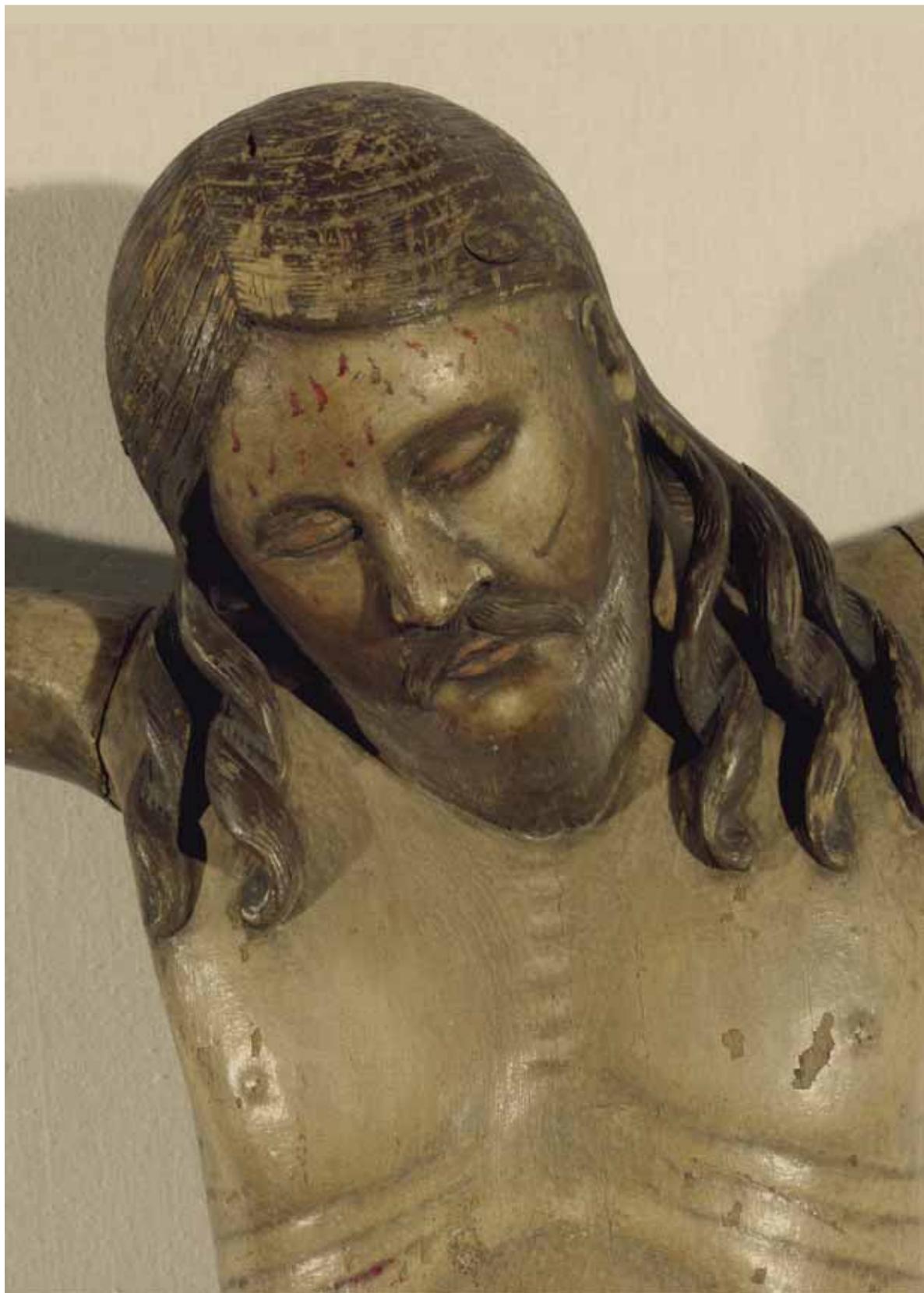
Перед самым окончанием наших раскопок в Илимске мы с Олегом поехали в соседнюю деревню. Мне хотелось попрощаться с нашими друзьями и еще раз поблагодарить капитана за находку. Я купил две бутылки прекрасного армянского коньяка и с этим скромным подарком зашел в отделение милиции. Дежурил знакомый сержант. К моему сожалению, капитана на месте не оказалось. Он был в командировке. Пришлось просить сержанта вручить своему начальнику наш скромный презент...

Одного лишь не могу простить себе — я не записал ни фамилии, ни имени капитана в своем дневнике, а память, к величайшему моему сожалению, подвела... Придумывать же мне ничего не хочется.

Огромное вам спасибо, дорогой капитан! Именно на таких честных, бескорыстных, порядочных людях держится страна наша. На них надежда.

*Бараба — Академгородок.
2003 г.*





Рисунки церквей
и башен
из монографии
В. И. Молодина
«Кресты-тельники
Илимского
острога».
Выполнены
Е. В. Молодиным

О ежах —

ЗЕЛЕННЫХ И ЧЕРНЫХ,
КРУГЛЫХ И ПЛОСКИХ,
СЪЕДОБНЫХ И ЯДОВИТЫХ...



Первое чувство, возникающее при виде морского ежа, — недоумение: да какое же это животное?! Действительно, весь их внешний облик вызывает ассоциации скорее с необычными игрушками, созданными природой из озорства. Эта шаровидность, жесткость панциря, собранного из пластин оригинальной формы, стройные ряды шарнирно прикрепленных игл... Впечатление усиливается малоподвижностью ежа. Даже шевеление игл воспринимается как следствие работы скрытого моторчика с ослабленной пружиной или почти выработанными батарейками.

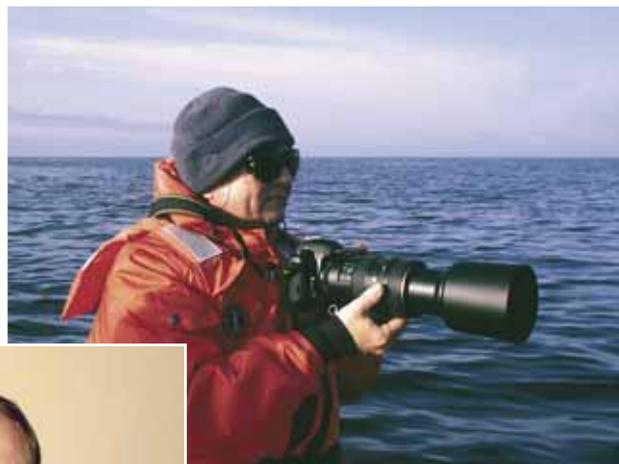
Кстати, при более близком знакомстве с этим объектом под биноклярной лупой можно заметить какие-то подвижные трубочки, присоски, щипчики... Работа гидравлики! В общем, просто колючая механическая игрушка, причем абсолютно бесшумная.

Ощущение, что наблюдаешь интересно устроенный предмет, но никак не живое существо, не пропадает и после вскрытия последнего: внутреннее пространство (после вытекания прозрачной полостной жидкости — не крови или лимфы) заполнено радиально расположенными желто-оранжевыми дольками, похожими на компактно уложенные пластмассовые емкости. Никакой пластики тела, торжество радиальности!

На нижней поверхности панциря в центре замечаешь довольно сложное устройство — это ротовой аппарат ежа, называемый *Аристотелевым фонарем*. Между всей этой «внутренней механикой» можно разглядеть зелено-серые сплетения мягких широких трубок, что оказывается не чем иным, как пищеварительной системой.

И вот тут уже постепенно начинает проступать истинная природа ежа: содержимое трубок заполнено не бензином, а остатками водорослей, основной пищей. У некоторых видов ежей встречаются остатки более разнообразного меню: губки, мшанки, колониальные асцидии. Морские ежи потребляют также детрит, содержащий микроскопические водоросли и микроорганизмы.

Вот так мне запомнилась встреча с этими крайне оригинальными животными, хотя со временем морские ежи стали для меня обычными морскими обитателями.



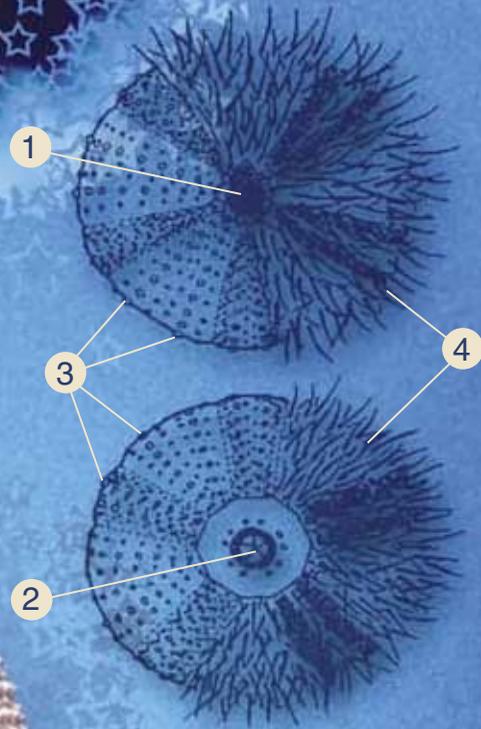
ЯКОВЛЕВ Юрий Михайлович — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории эмбриологии Института биологии моря ДВО РАН (Владивосток). Член редколлегии международного журнала «Asian Marine Biology». Руководитель судовых комплексных экспедиций по изучению биологии серых китов Охотского моря. Профессиональный водолаз и подводный фотограф

В публикации использованы фото автора

◀ На фото слева — колючий морской еж *диадема* и морская звезда — тоже иглокожее — в виде подушки. Южно-Китайское море

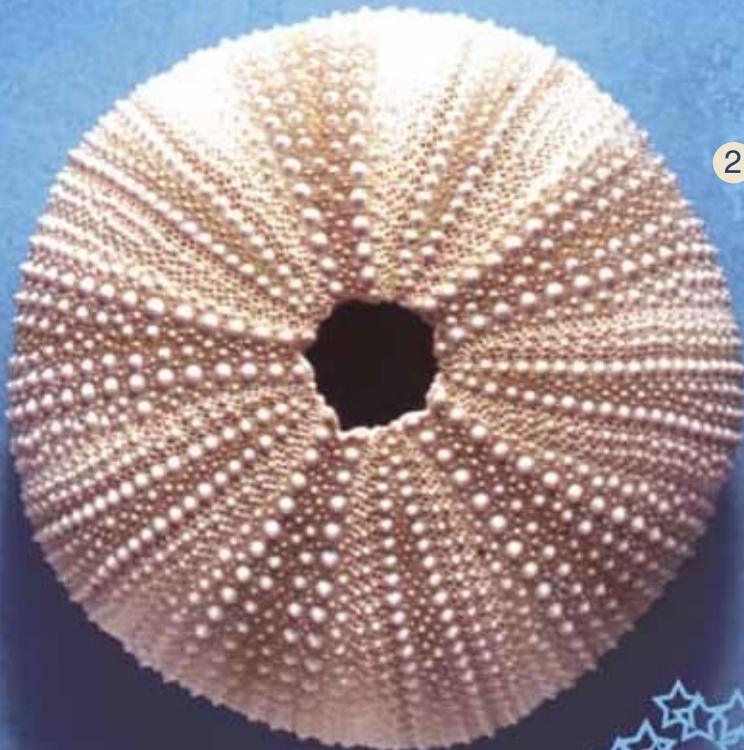
Тело морских ежей состоит из двух полушфер: верхней (А) и нижней (Б). При этом рот у них расположен в центре нижней (*оральной*), обращенной к субстрату, части тела, а анальное отверстие — на верхней (*аборальной*) стороне. Во рту помещается сложный известковый жевательный аппарат — *Аристотелев фонарь*, который имеет форму пятигранной пирамиды. Поверхность панциря покрыта множеством бугорков, к которым подвижно прикреплены иглы

А



Б

На схеме: 1- анальное отверстие, 2 — ротовое отверстие с высовывающимися зубами Аристотелева фонаря, 3 — бугорки, 4 — иглы
На фото вверху — *палевый морской еж* (Японское море), внизу — *известковый скелет ежа*



Что за море без ежей!

Морские ежи — непременный элемент подводных ландшафтов каменистых участков многих морей, в том числе России. Они широко распространены как в холодных водах Арктики и Антарктики, так и в тропическом секторе Мирового океана. Всего этих животных, обитающих исключительно в морской среде, насчитывается около 940 видов.

Одни виды — жители неглубоких заливов — селятся сразу за урезом воды. Иногда они даже обсыхают при отливах, спасаясь от полного высыхания в щелях скал или в углублениях в камне, которые сами же и создают. В морской пучине лучи прожекторов батискафов высвечивают другие виды — более глубоководных морских ежей, некоторые из них до сих пор не известны науке.

Часть представителей ежового «семейства» прячется в подводных дюнах, которые скрывают их от взглядов неопытных пловцов. Плоская или сердцевидная форма панциря позволяет им легче и быстрее зарываться в песок. На северо-восточном шельфе о. Сахалин так назы-

ваемые *плоские* ежи на некоторых участках сплошным ковром покрывают морское дно, препятствуя массовому заселению других животных. Взрослые особи этого вида ежей вряд ли имеют много серьезных врагов и, очевидно, не являются желанной пищей для других обитателей моря, учитывая крайне малое количество питательных веществ внутри красивого известкового панциря.

Правильные, или *круглые*, морские ежи, напротив, имеют довольно тонкий и менее прочный скелет и хорошо развитые внутренние органы, особенно половые железы. Благодаря этому они являются излюбленной пищей многих ластоногих, ракообразных, рыб и морских птиц. Серый морской еж, иглы которого не так грозны, как у черного морского ежа, предпочитает скрываться от глаз хищников, нанизывая на себя кусочки водорослей и иные донные «предметы». Осенью в заливах Японского моря можно наблюдать, как они

Эти малютки — плоские морские ежи, выловленные в Японском море, — похожи на диковинные пуговицы



с успехом используют для целей мимикрии листья монгольского дуба, унесенные ветром и затонувшие. Совсем так же, как делают это их сухопутные тезки. Кстати сказать, в англоязычных странах круглых морских ежей иногда еще называют *морскими яйцами*, а плоских ежей — *песчаными долларами*.

В тропиках на некоторых видах ежей поселяются другие морские животные — актинии и мягкие кораллы; у некоторых в пространстве между иглами обитают определенно вида креветки.



Активность тропических ежей возрастает ночью, когда они выползают из укрытий. Исключение составляют хорошо вооруженные длинными иглами диадемы и несколько ядовитых видов морских ежей, которым нечего бояться естественных врагов — разве только водолазов...

Морские долгожители

Морские ежи часто фигурируют на страницах научных журналов и монографий в качестве объекта научного исследования. Особенно много дали они для ста-

новления эмбриологии, поскольку ежики могут жить и довольно легко размножаться в небольшом объеме морской воды. За несколько недель под микроскопом можно пронаблюдать все изменения, происходящие с икринкой (яйцеклеткой): от ее оплодотворения, дробления и вплоть до формирования маленького морского ежика. Этот признанный классический объект эмбриологических исследований используется также для тестирования качества среды и изучения влияния различных веществ на биологические системы, поскольку действие неблагоприят-

ных факторов сразу выражается в нарушениях процессов размножения и развития животных.

Интересный факт ежовой жизни недавно обнаружен учеными из Орегонского университета. Оказалось, что представляющий коммерческий интерес обитатель Тихоокеанского побережья США *красный морской еж* (*Strongylocentrotus franciscanu*) живет, похоже, значительно дольше, чем считалось до этого.

Возраст ежей определяется путем подсчета количества колец на просветленных шлифах пластинок

Родственники морского ежа, принадлежащие к тому же типу иглокожих (Echinodermata), совсем на него непохожи!

По форме тела иглокожие могут походить на звезду, сплюснутый шар или цилиндр.

Подразделяются на 4 класса: морские лилии (Crinoidea); морские звезды (Asteroidea), из которых выделяются офиуры (Ophiuroidea); голотурии (Holothurioidea) и, наконец, морские ежи (Echinidae).

На фото слева — морская офиура голова Горгоны (Японское море);

внизу — плоский морской еж и морские звезды (вблизи о. Чеджудо, Южная Корея);

справа — трепанг (голотурия) (Японское море)



ежового панциря. Этот метод достаточно точен для районов, где существует выраженная сезонность в глубинах моря. В принципе ежи растут всю жизнь, но рост этот затухающий, поэтому выделить годичные слои роста иногда чрезвычайно трудно.

Обычно красные ежи живут около 15 лет. Американские ученые исследовали очень крупные экземпляры и обнаружили, что рост ежей действительно сильно замедлен и что отдельные особи демонстрируют рекордную продолжительность жизни без признаков одряхления — более 200 лет! Понятно, что такое сенсационное утверждение требует независимого исследования истинного возраста ежей силами других научных коллективов и с помощью других методов. В любом случае есть все основания считать, что морской еж может обогатить не только эмбриологию, но и столь актуальную для нас геронтологию — науку о старении организмов.

Осторожно: еж!

Известно, что некоторая часть морских обитателей может представлять собой серьезную опасность для человека. Это, кстати, относится не только к откровенно агрессивному поведению самых разных существ или к возможности отравления при потреблении их в пищу. Например, что касается морских ежей, то любому человеку ясно, что их острые иголки могут проколоть кожу. Однако мало кто знает, что некоторые ядовитые короткоиглые, внешне очень красивые ежи могут быть гораздо опаснее тех же диadem — откровенно колючих, более похожих на подушку для очень крупных булавок. Яд у таких ежей может находиться не только в иглах, но также выделяться из особых подвижных «щипчиков», высовывающихся из панциря.

Как правило, если ядовиты «щипчики», то иглы не ядовиты, и наоборот. Яд представляет собой сложное вещество белковой природы. Действие его плохо изучено. Помимо появления красноты и потери чувствительности кожи, возможны тошнота, затруднение дыхания, мышечная слабость. При поражении же ядом от нескольких ежей наступает сильная боль, головкружение, паралич губ, языка, даже бред.

Летальных исходов яд морских ежей, к счастью, почти не вызывает. Правда, известен факт, что японская ныряльщица за раковинами-жемчужницами утонула вследствие потери сознания из-за поражения ежами. Также описаны случаи несмертельных отравлений при употреблении в пищу икры морских ежей.

После извлечения игл кожа, пораженная неядовитыми морскими ежами, заживает за 2—4 дня — в случае, если в рану не попала вторичная инфекция. Обломки

игл могут оставаться в коже и «капсулироваться» в ней, несколько месяцев причиняя незначительное беспокойство. При этом замечено, что остатки устрашающе длинных игл тропических диadem лучше рассасываются в теле по сравнению с обломками относительно мелких игл серых или черных ежей.

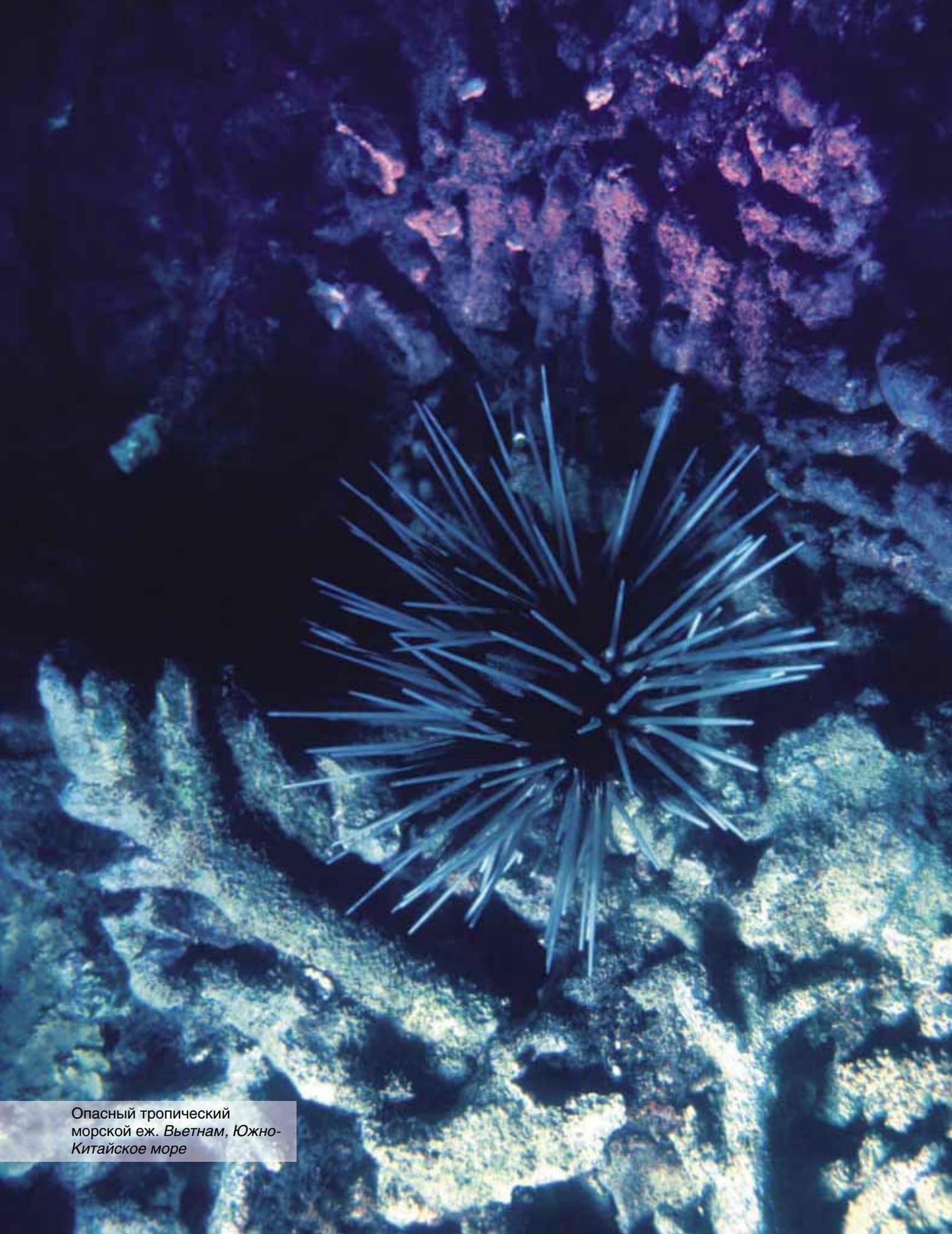
Неагрессивные к человеку и крайне медлительные морские ежи могут тем не менее нанести ранения кожи, спровоцировать дерматозы и в результате напрочь испортить отпуск пловцу, попавшему у прибрежных скал во власть волн. К ушибам о камни могут добавиться не только «дырки» от десятков воткнутых в тело игл, но и порезы от домиков баянусов, раковин устриц... Но не стоит винить в наших неприятностях подводных обитателей: это их мир, в котором мы — лишь нежданные гости.

Заморская, ежовая...

С древности на различных континентах жители прибрежных поселений использовали в пищу морских ежей, однако традиция эта до наших дней сохранилась лишь в немногих странах. Главным потребителем этого необычного для россиян продукта сейчас являются жители Японских островов, точнее — состоятельные японцы. Поставки морских ежей в эту страну осуществляются из 17 стран. Основными поставщиками, помимо собственных добытчиков, являются США, Чили, Перу, Китай, Канада, Южная Корея, КНДР и Россия. Мировой вылов 18 видов промысловых ежей составляет около 117 тыс. тонн в год.

Сама «организация» тела морских ежей не предполагает наличия у них значительного количества мышечной массы или жировых отложений. В пищу используются исключительно дольки развитых половых желез самцов и самок, которых, к слову, визуально, не разломав панцирь, различить практически невозможно. Поэтому «бытовое» и коммерческое название данного продукта — *икра морских ежей* — не совсем корректно.

В морском ежее имеется пять таких «репродуктивных» долек, очень похожих по форме на дольки мандарина. К началу нереста объем половых желез составляет 6-20% от общей массы ежа. Цвет икры сильно варьирует и зависит от пола, зрелости, условий питания, видовой принадлежности, сезона вылова, способов хранения и других факторов. В зависимости от цвета продукта специалисты разделяют икру на большое количество сортов. Ярко-желтый и оранжевый цвет говорит о свежем и качественном продукте. Сырой продукт идет непосредственно на приготовление блюд типа суши, часть сохраняется в спирту для последующей обработки.



Опасный тропический морской еж. *Вьетнам, Южно-Китайское море*



Черный морской
еж. Японское море,
глубина 10 м

Ежи с российским гражданством

В северной части Тихого океана обитает много видов съедобных морских ежей, но промысловыми из них считаются всего 11 видов. На российский сектор приходится три вида правильных (т. е. круглых) морских ежей рода *Strongylocentrotus*, имеющих разную коммерческую стоимость и объемы промысла. Некоторые виды плоских ежей — абсолютно несъедобных — могут добываться ради содержащихся в них уникальных биологически активных веществ, способствующих улучшению зрения. Такие работы уже ведутся сотрудниками Тихоокеанского института биоорганической химии (ТИБОХ) во Владивостоке, а ученые Тихоокеанского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) изучают медико-биологические свойства икры морских ежей и изготавливают из нее различные лечебно-профилактические препараты.

Черный морской еж (*Strongylocentrotus nudus*) — массовый и промысловый вид. Названием своим обязан почти черному или темно-фиолетовому цвету покровов. У него достаточно длинные, около 3 см, мощные иглы, что, естественно, затрудняет его сбор, хранение и доставку. Обитая на глубинах до 200 м, промысловые скопления образует на глубинах небольших, 10-15 м. В незначительных количествах — до нескольких десятков тонн в год — добывается водолазами с использованием специальных захватов.

За последнее время некоторую промысловую значимость начал приобретать глубоководный палевоый морской еж (*Strongylocentrotus pallidus*). Он встречается у наших берегов от южной границы Приморского края

до Татарского пролива. В Канаде он иногда называется *белым морским ежом*. Такая неопределенность в названии неслучайна: цвет особей этого вида сильно варьирует и зависит от района, глубины и сезона вылова. В Канаде он действительно беловатый, а вообще цвет его лучше всего характеризовать как серо-зелено-малиновый — по уменьшению пропорций. Систематика этого вида нуждается в доработке — не исключено, что сегодня в эту группу объединены животные разной систематической принадлежности. Иглы у палевого ежа тонкие и короткие. В большом количестве он попадает при тралении возле берегов на заиленных или песчаных грунтах на глубинах от 80 до 1500 м. Может добываться специальными ловушками. Однако официальная информация о современных поставках палевого ежа в коммерческих масштабах в Японию отсутствует, а ранние попытки его экспорта успеха не имели.

Самый ценный промысловый вид морского ежа — *серый морской еж* (*Strongylocentrotus intermedius*). Обитает на Дальнем Востоке России у берегов Приморья, Южного Сахалина, Курил, около северных Японских островов и Корейского полуострова. С названием и окраской у этого вида тоже вышла нестыковка. Цвет его бывает самым разнообразным, но отнюдь не серым: зеленовато-коричневым, фиолетово-коричневым, зеленовато-сиреневым и коричнево-красноватым.

Самый вкусный — серый

Диаметр панциря серого морского ежа может достигать 8 см, а вес достигать 160 г. Половая зрелость наступает на третьем году жизни, живет же еж до 7–10 лет. Как правило, глубже 40 м в значительных количествах

не встречается. Питается преимущественно водорослями на скальных и галечных грунтах, предпочитая морскую капусту. Однако не брезгует и животной пищей в виде погибших морских обитателей.

В наших умеренных водах, характеризующихся значительными сезонными колебаниями температуры воды на небольших глубинах, сезонность в развитии половых желез у ежей также хорошо выражена, что учитывается при промысле. Например, на Курильских островах сезон вылова ежей более растянут, чем у берегов Приморья. Зимой «икры» мало, сбор ведется, как правило, в летние месяцы. Однако непосредственно перед нерестом и во время него железы «текут» и продукт собрать почти невозможно. После нереста же железа еще мала.

Промысел серого ежа на российском Дальнем Востоке велся издавна. В советское время консервы под названием «Икра морских ежей» небольшими партиями

поступали на внутренний рынок — во Владивосток и другие города. Небольшие баночки стоили дорого, при этом их очень соленое содержимое нельзя было назвать деликатесом. Возможно, это были бракованные партии. На внешний же рынок — в Японию — продукт поступал достойный. Но мало кому из российских граждан посчастливилось посетить в то время эту страну, а тем более решиться потратить валюту на такой экзотический продукт.

Тем не менее по слухам и из переводной литературы было известно, что регулярное употребление свежей «икры» даже от двух ежей укрепляет здоровье и обеспечивает долголетие человека. Но данное лакомство и в то время было доступно далеко не каждому японцу. У нас же недалеко от Владивостока в 70–80-е гг. прошлого столетия с одной лишь



Морские ежи не хищники, а вполне мирные «травоядные». Фотофакт: компания серых морских ежей доедает морскую капусту. Японское море

маской и трубкой — без акваланга! — можно было с легкостью достать сотню-другую морских ежей. Однако отечественных любителей «плотно» закусить полезным деликатесом в то время почти не было. Сейчас же возле туристских лежбищ при нырянии даже с аквалангом не встретить даже небольших скоплений серого ежа.

Ежовый демпинг

В наше время только официальный ежегодный вылов этого ежа в Приморье составляет 580-1100 тонн, причем весь он идет на экспорт в Японию.

Ежи поставляются в Японию свежими. Промысловыми считаются особи весом 65–75 г и с размером панциря не менее 4,5 см. Добыча

осуществляется водолазами с лодок. Для лова часто используются небольшие 20-тонные японские шхуны (как правило, конфискованные), на борту которых обычно находятся 12 членов экипажа, 12 водолазов и представитель фирмы. Если сбор животных проходит с целью изучения в рамках контрольного лова, то присутствует еще научный сотрудник. В районах добычи ежей, как правило, работает 15–35 добывающих судов и около десятка транспортировочных. Квота на вылов морских ежей составляет около 1 тыс. тонн, хотя фактически добывается больше.

Водолазы ныряют с лодки и собирают ежей в сетчатый мешок, называемый *питомзой*. Обычно таких питомз у водолаза около десяти, и в каждую вмещается до 80 кг ежа. Водолазу платят определенный процент от стоимости улова. Некото-

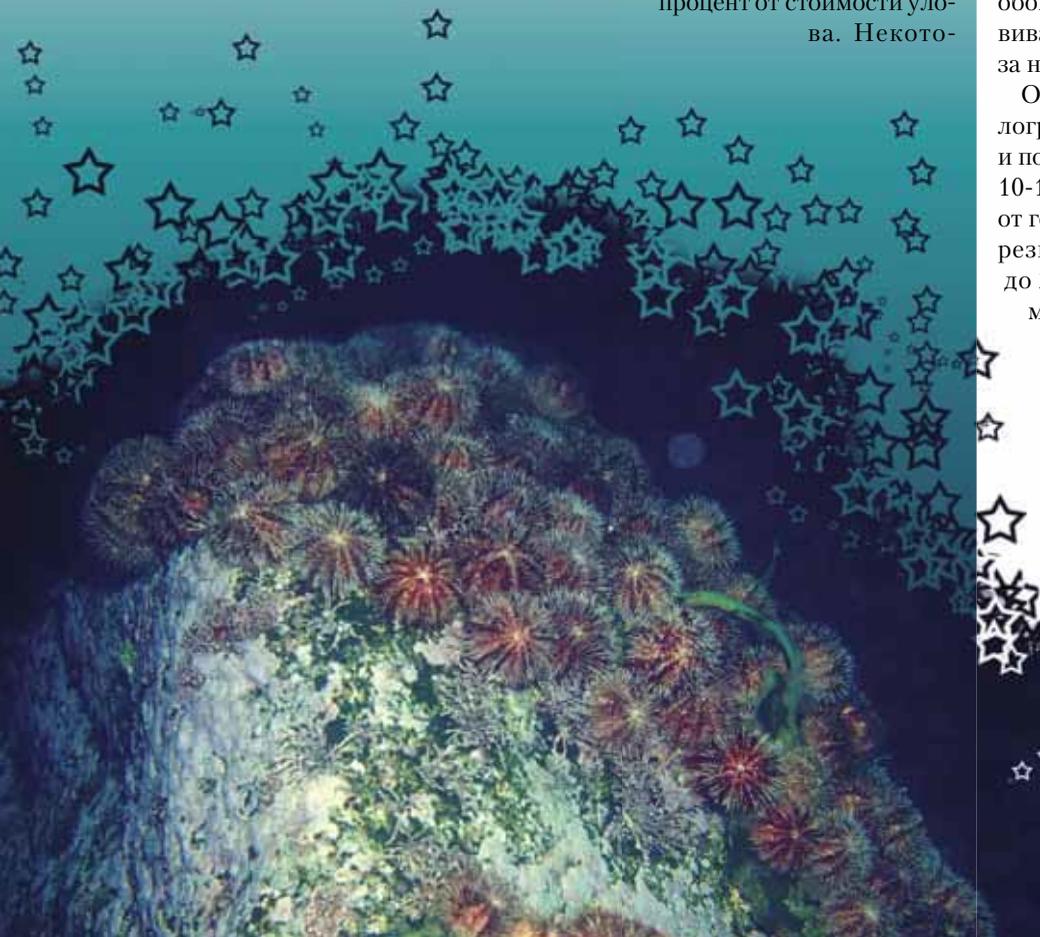
рые фирмы принимают на работу плохо обученных людей, в результате чего бывают несчастные случаи. Известен пример, когда браконьерская шхуна, скрываясь от досмотра, сначала забыла, а потом потеряла работающего под водой водолаза. Несчастному парню удивительным образом повезло. В открытом море ему встретился заякоренный буй рыболовных сетей, на котором он провел более 20 часов — пока его не подобрала японские рыбаки. Еще более удивительно то, что этот мужественный водолаз продолжает по-прежнему работать.

В Японии стоимость килограмма чистой «икры» серого морского ежа в отдельные годы перед праздниками достигает 220 долларов. Недешев морской деликатес и в нашем отечестве: ежовая закуска в дорогом корейском ресторане Владивостока обойдется вам в 1000 руб., что эквивалентно примерно 35 долларам за небольшую порцию.

Обычная сдаточная цена за килограмм свежего ежа (с панцирем и полостной жидкостью) составляет 10-14 долларов. Цена варьирует год от года. В прошлом году произошло резкое падение сдаточной цены до 2 долларов за кг, по-видимому — из-за большого объема поставок. Японская рыбохозяйственная «общественность» послала протест своему правительству с целью запретить ввоз морского ежа из России и стабилизировать ситуацию на национальном рынке морепродуктов.

Государственным структурам и промыс-

Скопление серых морских ежей на подводной скале. Фото 1990 г. — сейчас увидеть такое уже невозможно! Японское море, глубина 18 метров



ловым организациям Дальнего Востока России следует, очевидно, разработать более выгодную стратегию, предусматривающую меры по восстановлению промысловых запасов морского ежа при сохранении экономической привлекательности его промысла с учетом близости внешнего рынка. Конечно, пока еж является массовым и не таким уязвимым видом, как, например, реликтовые осетровые. Однако даже массовые виды при продолжительном и мощном их изъятии из моря могут достаточно быстро заместиться близкими, но малценными для человека животными, особенно при изменении условий окружающей среды.

Запреты, не подкрепленные надежной охраной, только повышают цену объекта, не уменьшая уровень браконьерства. Снизить опасность исчезновения особо ценных видов, помимо их культивирования, можно путем создания искусственных дешевых аналогов тех биохимических компонентов, которые и придают этим животным статус «единственных и уникальных». И тогда гораздо большее число людей сможет воспользоваться удивительной «подводной аптекой», не причиняя урона морским обитателям.

От редакции. После прочтения статьи поневоле начинаешь задумываться: не зря ведь такая здоровая и мудрая нация, как японцы, налегает на этот непривычный для наших граждан продукт. Может, и отечественным ежодобытчикам стоит обратить свой взгляд на внутренний рынок, нацелясь на необъятный российский бутерброд? Все-таки икра, пусть даже ежовая, вполне укладывается в менталитет русского человека в отличие от тех же лягушачьих лапок. С другой стороны, в любом случае в конечном счете расплачиваться приходится ежу, запасы которого в природе вполне исчерпаемы. Но его мнение интересует, пожалуй, только ученых — пока остальным есть что положить в суши и намазать на хлеб...





Всадник — внук Кара-Сала, настоящий арат-кочевник



ЧОРЕМЕ, ХАН И АРАКА В ТУВИНСКОЙ ЮРТЕ

Дедушка Кара-Сал раскуривает свою данзу

Жители Парижа, Петербурга, Кызыла
на фоне тувинской юрты (автор
статьи — третий слева)

А. А. ИКОННИКОВ-ГАЛИЦКИЙ



Долина реки Кюзленги,
отроги хребта Цаган-Шибэту
и Белая юрта дедушки Кара-Сала

Фоторепортаж А. Терebeneина и К. Чугунова

ИКОННИКОВ-ГАЛИЦКИЙ Анджей
Анджеевич — старший преподаватель
кафедры журналистики Института
гуманитарного образования (Санкт-
Петербург). Историк, публицист,
писатель.

Сайт: www.aaignightmail.ru

Начиная от самого Акташа, где стоит погранотряд, мы не видели европеоидных лиц. Да и раскосо-монголоидные редко стали попадаться. Свернув за райцентром Кош-Агач с Чуйского тракта к востоку, мы попали в места дикие, безлюдные. По невероятным дорогам поднялись на перевал-трехтысячник, въехали со стороны Алтая в Туву. Насквозь проехали недоступную, величественную и пустынную Монгун-Тайгу, долиной реки Каргы спустились к монгольской границе. Снова подъем, снова перевал (сколько их уже было на нашем пути! а сколько еще будет!). Темное, мрачное ущелье, на каменистом дне которого журчит ручеек. Вбирая другие подобные водотоки, он постепенно превращается в реку Барлык. Эта вода, промчавшись по разноцветным камням меж гор Цаган-Шибэту, вольется в Хемчик, потом в мощный Енисей, прорвется сквозь теснины Большого Саяна и, упав с двухсотметровой высоты плотины Саяно-Шушенской ГЭС, побежит дальше к Красноярску, к Дудинке, к Ледовитому океану. Вчера мы ночевали в холодном и сыром ущелье Барлыка, где солнце появляется на два часа позже, чем на равнине, и прячется за гору на два часа раньше. Палатки наши, не поставленные, а скорее, пришипленные к каменистой почве, под утро заиндевели совершенно.

У границы с Монголией

Самое время объяснить, кто мы и зачем мотаемся по глухим углам Саяно-Алтая. То, чем мы сейчас заняты, называется — археологическая разведка. Ездим, ищем памятники археологии, по преимуществу курганы, со-творенные древними кочевниками. Осматриваем, опи-сываем, фотографируем. Нас семь человек. Константин Чугунов, научный сотрудник Государственного Эрмита-жа, начальник Центрально-Азиатской археологической экспедиции (под его руководством в 1999-2004 годах был

растущих по скалам, как все стало мокрым — хоть выжимай. Едва согревшись, двинулись вперед. Вот Барлык свернул влево, дорога ушла вправо. Холод и мрак ущелья как-то враз сменился жизнерадостным светом речки Арзайты; вдоль нее спустились в широкую Саглы́нскую долину. Там, за той горкой — Монголия. Кругом — курганы. Изредка юрты светлеют на серо-зеленом фоне степи. Когда-то, в конце шестидесятых, здесь работала Саяно-Тувинская археологическая экспедиция Академии наук СССР под руководством ленинградского ученого Александра Даниловича Грача.



Внутренний вид юрты. В центре — почетное место-дэр, коврики-ширтеки, сундук-аптара для самых ценных вещей

исследован курган Аржан-2 на севере Тувы, принесший целый венок сенсаций и невиданное количество пре-красного древнескифского золота), ведущий фотограф Эрмитажа Владимир Теревенин, искусствовед из Пари-жа Вероника Шильц, водитель Юра и мы трое, сотру-дники. Ездим уже месяц, почти пять тысяч километров отмотали по горам и равнинам, по асфальту, грунтовкам, по целине, по степи да по горной тундре.

...Утром еле-еле развели костер: все кругом белело инеем, а стояло солнцу высунуться из-за лиственниц,

В долине реки Саглы Грач раскопал несколько курганов скифского времени. И оставил по себе долгую память. Человек подвижный и открытый, он сумел установить с местным населением отношения дружбы и взаи-мопонимания, что нечасто удается ученым. Многие школьники из местных школ-интернатов работали в его отрядах. Знакомством с Грачом местные тувинцы гордятся до сих пор. В этом мы вскоре убедились.

Пора было подумать об отдыхе и перекусе. С грун-товой дороги, пронзающей насквозь Саглы́нскую степь,



Тучные стада дедушки Кара-Сала

свернули по ухабам вдоль маленькой речки. Если верить карте, называется она Кюзленги. Ее узенькая долинка, ограниченная зелеными грядами, поросшими лиственничной тайгой, манила нас вперед и вверх. Навстречу колыхается УАЗик, родной брат нашего. Тут все ездят на этих незаменимых машинах; любая иномарка через неделю рассыплется на здешних дорогах. Тувинец за рулем, окликнули его.

— Здравствуйте!

— Здравова!

— Есть тут юрты выше по речке?

— А? Но! Вон там! (Махнул рукой.) Старик живет.

Это нам повезло, что объяснились: в здешних местах по-русски говорит далеко не каждый. И что трезвый за рулем — тоже повезло. Поехали, вернее, поковыляли дальше по колдобинам. За лиственницами и тальником, густо растущим возле каменистого речного ложа, что-то белое замелькало. Остановились, присмотрелись: юрта. По едва заметной колее свернули в ту сторону. Через десять минут наш УАЗик под неумолчный собачий лай затормозил возле стойбища-аала. Две юрты, загон для телят, отара, мирно лежащая возле, пасущиеся лошади. И, конечно же, многочисленные дети разных возрастов. Здравствуйте, приехали.

Экскурс в историю

Тува — подлинный этнографический заповедник и археологический музей под открытым небом. Современность и глубокая древность здесь соединены неразрывно, и связующее звено — вот эти самые юрты, их жители, чабаны и араты, их образ жизни, их быт, обычаи, песни, их мироощущение.

В Туве подавляющее большинство исследуемых археологами памятников представляют собой курганные могильники. Располагаются они в степи или на открытых, безлесных участках речных долин. Курганов в Туве великое множество. Древнейшие из них датируются второй половиной II тысячелетия до н. э. (предскифская эпоха), самые «юные» относятся к позднему средневековью. Наибольший интерес представляют памятники скифской эпохи.

Воинственный и героический народ, а точнее, группа народов, собирательно и условно именуемая скифами (самоназвание их нам неизвестно) — обитатели и хозяйева огромных пространств от Саян до Причерноморья в период с IX по II в. до н. э. Скифы были кочевниками, и, судя по всему, именно они явились родоначальниками кочевнического хозяйства и специфической степной культуры. Долгое время родиной скифов и кочевничества считались степи Прикаспия, Причерноморья и Северного Кавказа. Археологические открытия последних десятилетий (в частности, раскопки в Туве) заставляют предположить иное: исторические корни этого народа — центр Азии, Саяно-Алтайский регион.

Ранние центральноазиатские скифы — горбоносые и узколицие европеоиды иранского типа; со временем в их внешности становится все больше монголоидных черт. Говорили они на неизвестном нам языке восточно-иранского происхождения. Разводили лошадей, овец, верблюдов, обитали в передвижных жилищах. Геродот сообщает, что скифы с семьями живут в кибитках на колесах или же ставят временные жилища из войлока, нечто вроде юрт. Скифы не строили святилищ храмового типа, которые можно было бы украшать скульптурой



и живописью, и вообще никаких долговременных сооружений, кроме сооружений погребальных. Зато при создании этих последних не жалели ни времени, ни сил, ни затрат.

Начиная с VII в. до н. э. погребение совершалось под землей (до этого — на уровне горизонта). Рыли широкую яму глубиной 3-5 м. В яме строили деревянный сруб из лиственничных бревен. В срубе и рядом с ним в определенном порядке помещали вещи, необходимые в загробных странствиях (оружие, утварь, предметы ритуального назначения), а затем на деревянный пол укладывали самого покойного — на боку, с подогнутыми ногами. В некоторых (правда, редких) погребениях, благодаря образованию мерзлотных линз и консервирующим свойствам бронзы, сохранились фрагменты тел, изделий из ткани, кожи и дерева. Любили скифы наполнять погребения золотом и бронзой; другие металлы встречаются несравненно реже; драгоценные камни были вовсе не в ходу. Изделия из золота и бронзы поражают виртуозностью техники и утонченностью художественного стиля. Стиль этот носит название «звериный», потому что представляет собой изображения

животных в самых разных, иногда очень замысловатых сочетаниях, переходящих в зооморфный орнамент.

Погребальную камеру закрывали не сразу: доступ к покойному какое-то время (возможно, год и более) оставался открытым, рядом с посмертным жилищем совершались заупокойные ритуалы. Вокруг ямы складывали ограду-кольцо из каменных плит. Она, по-видимому, тоже имела ритуальное значение: служила границей между миром живых и миром мертвых. Иногда в ограду закладывали приношения: колчаны со стрелами, конскую сбрую. Последним этапом строительства кургана было сооружение насыпи. Для скифских курганов Тувы характерна невысокая каменная насыпь от 1 до 4 м высотой.

«Как ваш скот? Как ваши дети?»

Приехали, дождались, пока парнишка унял собак. Вышли из машины. Ритуал приветствий и знакомства. Первыми подбегают дети. Для тувинцев, даже



Кара-Сал, по-нашему Черноусов

Тем временем дверь юрты открывается снова и появляется хозяин, старик. Следует отметить, что у кочевых тувинцев, как, впрочем, и у монголов, нет лет, а есть только возрастные степени. Мальчишка, юноша, молодой арат, степенный муж, старик. То же можно сказать и про женщин: девчонка, девушка-красавица, молодая мать, зрелая хозяйка, старуха. Каков возраст нашего хозяина? Любой — от пятидесяти до ста лет. По лицу, осанке, повадкам уточнить эти данные невозможно. Не факт, что и по паспорту возможно. Худощавая, чуть сутулая фигура, кривые кавалерийские ноги, узловатые ладони, коричневое, обветренное, опаленное солнцем лицо. Широкие скулы, глубокие морщины, узкие глаза. Нос чуть-чуть с горбинкой. Единственная необычная для тувинца деталь: усы и борода. У здешних ярко выраженных представителей монголоидной расы эти волосяные украшения, как правило, не растут или растут плохо. У этого — видимо, родовая, наследственная особенность. Ибо зовут его Кара-Сал, в переводе на русский — Черный Ус.

Имя это или фамилия? Как посмотреть. У каждого тувинца есть личное имя, а есть прозвание, обозначающее принадлежность к роду. Штука в том, что они могут меняться местами. Есть, скажем, разветвленные роды Монгушей, Оюнов, Ондаров, Салчаков и т. д. Но мальчишке вполне могут дать личное имя Монгуш или Салчак. А фамилией станет прозвище или имя родителя: допустим, Кызыл-оол (*рыжий мальчик*). Любая фамилия может стать именем, но не наоборот. Принесенные русскими Владимир, Валерий, Сергей, а также тувинские Темир (*железо*), Буян (*благо*) и им

городских, а тем более для тех, что живут в юртах, существенны возрастные нормы поведения. Дети сразу же бегут, любопытные, посмотреть, что там. В авангарде, конечно, девчонки: черноглазые, энергичные. Подростки — те уже степеннее подтягиваются, становятся поодаль. Характерная поза: ноги пошире, руки за спину, голову чуть набычат — смотрят. Бойцы, араты. Девушки — вообще в стороне, делают вид, что им все эти приезжие ни чуточки не интересны. Потом уж дверь юрты открывается, выходит хозяйка, пожилая женщина.

— Здравствуйте, хозяйка, эки!

«Эки» — тувинское приветствие. В прежние времена здоровались более церемонно. Исследователь тувинского фольклора и обычаев Г. Н. Курбатский описывает это так: «Молодой снизу, ладонями кверху, подхватывал руки старшего, приветствовал: «Амыр-ла!» — мир Вам!, кланялся. Старший отвечал «Менди!» — Здравствуй! И целовал... его в лоб». Далее следовал диалог, дань вежливости:

— Вы здоровы ли?

— Здоровы, все хорошо. А у вас все хорошо?

— Хорошо. Здоровы ли ваши

овцы? Хорошо ли перезимовал скот? Удачно ли охотились? Хорошо ли растет трава? Все ли здоровы домашние?

И так далее (Курбатский Г. Н. Тувинцы в своем фольклоре. Кызыл, 2001, с. 277-278). Теперь ритуал упростился; от многочисленных и витиеватых формул осталось краткое «Эки!».

Пожилая хозяйка по-русски не говорит совсем — ситуация, типичная для этих отдаленных, труднодоступных районов Тувы. Но и молодежь, похоже, по-русски ни бельмеса, хотя закон о всеобщем среднем образовании никто не отменял и эта юная поросль учится в школе. На первых порах наш разговор ограничивается широкими улыбками и дружественными жестами. Но надобно как-то объяснить, кто мы и чего, собственно, хотим. А хотим мы познакомиться, осмотреть юрту, пофотографировать, окунуться, так сказать, в быт кочевников. А еще недурно бы барана зарезать — естественно, за деньги, — чтобы часть взять с собой, а из остального чтобы приготовили для нас традиционные тувинские блюда. Это интересно и вкусно, уверяю вас. Только надо как-то объяснить все это.



подобные — в фамилии не превращаются. Что касается женских имен, то тут очень часты имена-прозвища, чаще приятные и весьма разнообразные: Кара-кыс (*черная девочка, чернушка*), Чечена (*разговорчивая*), Анай (*козочка*) — и так до бесконечности, наряду, конечно, с всероссийскими Еленами, Маринами, Ольгами.

Первым делом налаживаем контакт. Старик чуть-чуть говорит по-русски, а наш водитель Юра «мала-мала понимает» по-тувински. Начальник Костя Чугунов тоже пару слов связать может, недаром в Туве работает больше четверти века. И потом, тут присутствует ритуальный момент: беседа — дело мужское. С подростками и женщинами нам ляды точить не пристало. Стоим в кружок по стойке «вольно» между машиной и юртой, объясняем, помимо мимики и жестов, сплетая в замысловатую нить русские и тувинские слова.

- Здравствуйте, эки!
- Эки, здарова!
- Мы вот археологи, ездим, курганы смотрим. Курган, хорум, да?
- Археологи, но! Я знай.

Происходит название по именам, непереносное угощение сигаретами и закуривание. В прежние времена тувинцы, встречаясь, обменивались трубками и, если не спешили (а куда в степи спешить?), то тут же и выкуривали по трубочке. Трубка-данза маленькая, минут на пять-десять.

— Это вот — Володя, фотограф. (Володя тем временем держит фотокамеру наизготовку, как джигит — кинжал.) Мы из Петербурга, ну, из Ленинграда.

- Ленинград знай, да.
- Тут у вас курганы есть? Хорум?

- Хорум, да, есь, многа хорум.
- Тут ведь недалеко Грач копал. Грач, знаете?
- А! Грач, да! — старик оживляется, улыбка разглаживает его черные морщины. — Грач там копал (махнет рукой за гору). Я у Грача копал. Грач, да! Грач помер.

- Да, давно уж умер.
- Помер, да, давно. Я Грач знай.

Пауза — минута молчания. Упоминание об Александре Даниловиче Граче сразу делает нас ближе, как будто мы знакомы с тех самых пор, когда он руководил раскопками за той горной грядой.

— А это — Вероника, она из Франции, из Парижа. Настоящая француженка.

- Из Парижа! Но!

Старик невозмутим, как и положено настоящему кочевнику, но чувствуется, что присутствие здесь, на каменной, поросшей ощипанной польню, покрытой козьими и овечьими катышками тувинской земле настоящей француженки из Парижа приятно удивляет Кара-Сала и все его семейство. Надо отдать должное госпоже Шильц: при своей интеллектуальной утонченности, она удивительно легко вживается в любую действительность, и здесь, между юртами, смотрится совершенно естественно.

Вежливая беседа продолжается еще некоторое время, в течение которого мы узнаем, что у старика Кара-Сала девять сыновей и пропасть внуков. (Дочерей и внучек считать не принято; во всяком случае, хвалиться их количеством.) Старшие сыновья живут далеко: кто в ближайшем поселке Саглы, кто в райцентре Мугур-Аксы, а кто и в городе. Младший здесь — вот он. А это кто? Это внуки. Следует заметить: старший



из имеющихся в наличии внуков лет на пять старше младшего сына. А овец много? Много, да. А лошадей? Тоже много. А коровы? И коровы есть. Оглядываюсь вокруг: парень гонит с гор одну отару, голов двести-триста; другая лежит, пользуясь нежаркой погодой, возле стойбища. Лошади, несколько десятков, бродят вокруг. Стадо коров, тоже немаленькое, пасется возле речки. Да, скота довольно.

Во все время разговора старуха и подростки стоят вокруг. Дети бегают; их особенно интересуют две вещи: наша машина и госпожа Вероника. Поначалу побаиваются, но заметив, что оба объекта ведут себя дружелюбно — смеются. В машину можно залезть, а Веронику потрогать. Мы, наконец, объясняем про барана и про фотографирование. Кара-Сал быстро отдает какой-то приказ — и двое подростков бегут в сторону отары, девочки — к соседней юрте. И хозяйка хлопотливо уходит — руководить процессом.

Без пролития крови

Я не раз видел, как тувинцы режут, разделяют и готовят барана. Но такого этнографического профессионализма, как в хозяйстве Кара-Сала, еще не наблюдал. Двое подростков приволокли животное, уготованное на заклание. Аккуратно положили на спину. Старик

принес нож, а сам стал рядом. Все дальнейшие операции с хирургической точностью и спринтерской скоростью осуществляли два парнишки лет тринадцати-четырнадцати; старик стоял рядом, контролировал и инструктировал.

Барашка успокаивают; лежит он на спине тихо, даже как будто улыбается. На горле очень острым ножом делают стремительный и длинный продольный разрез, по-видимому, безболезненный. Задача: не пролить на землю ни капли крови. Кровь содержит в себе душу живого существа. Если она прольется на землю, то душа погибнет; если останется в теле или будет выпита и съедена другим существом — то душа возродится в новом воплощении. Из любви к живому нужно умертвить его без пролития крови. Именно поэтому у древних монголов страшной казнью было отсечение головы, а гуманнее всего считалось переломать приговоренному позвоночник и оставить в степи. Так, к примеру, был умерщвлен старший сын Чингисхана Джучи — скорее всего, по приказу любящего отца.

Один из мастеров держит барана за ноги, а другой запускает руку в разрез, нащупывает там аорту и быстрым и решительным движением обрывает ее там, внутри. Баран раза два дергается, раскрывает пасть, закатывает глаза — и отлетает в лучший мир, даже не успев сказать «Бе!». Убедившись, что барашек мертв (приподняв веко, как это делает врач скорой помощи), отрубают нижние сочленения ног и бросают собакам. Копыта да шкура только не идут в пищу, все остальное будет употреблено. Шкуру снимают без ножа, ловкими и сильными движениями ладоней вперед, под кожу, от брюха в сторону конечностей. Разрезают брюхо, кровь аккуратно



выливают в таз, быстро, чтобы не успела свернуться. Тут к делу подключаются женщины. Хозяйка и ее невестка, обитающая, как оказалось, в соседней юрте, разбалтывают кровь с мелко нарезанным луком и чуть-чуть солят: это заготовка для хана. Парни тем временем разделяют тушу; старуха с девчонками принимается за внутренности. Кишки и желудок промывают очень тщательно. Часть кишок готовят для хана: завязывают с одной стороны так, что получается своего рода чулок; туда осторожно наливают кровь с луком и зашпиливают деревянными шпильками. В это время в юрте на очаге уже кипит котел; туда бросают голову, ребра, курдюк, почки, печень, легкие, потом — кишку с кровью, хан. Желудок и часть кишок нарезают ленточками, сплетают с курдючным салом в косички; это называется чореме, его тоже кидают в котел.

Скоро сказка сказывается, а баран готовится не так быстро. Пока в котле бурлит и клокочет, нас приглашают в юрту пить чай. Юрта — особое пространство. Входя в нее, следует знать, что правая сторона женская, и гостям там делать нечего. Рассаживаемся на левой стороне, на ковриках. Прямо напротив входа уже сидит, поджав ноги, хозяин. В прежние времена строго регламентировалось и место, где сидеть, и поза, как сидеть. Чем дальше от входа, тем почетнее. Скрестив ноги, согнутые в коленях — прилично для солидных людей; молодым и беднякам следует одну ногу, согнув, поставить, а другую положить, поджав. Сейчас все это уже большого значения не имеет. Но лучше быть внимательным, чтобы не обидеть хозяев.

Сели. Перед нами банка со сметаной и лепешки. Тувинская сметана — особая, густая, ее режут ножом. Невестка наливает чай в пиалы. Чай непременно с молоком и солью. Он и насыщает, и жажду утоляет. Но прежде, чем мы успеваем взяться за пиалы, хозяин достает откуда-то большую пластиковую бутылку, полную прозрачной жидкости. Наливает в чашку. Ясное дело: арака. Напиток сей делается путем перегонки из перебродившего молока — *хойтпака*. И содержит в себе градусы — от семи-восьми до сорока-пятидесяти в зависимости от кратности перегонки. Кара-Сал окунает безмянный палец в чашку, брызгает аракой на четыре стороны — духам. Потом подает гостям. Араку положено пить из одной посуды, по кругу. Надо сказать: отличная арака. Средней крепости и очень чистая, без того неприятного запаха и привкуса перестоявшей сыворотки, от которого у непривычного человека перехватывает дыхание и может сработать рвотный рефлекс. За аракой идет уже другой разговор, обстоятельный и неторопливый. Тем более что невестка, сама городская, прилично говорит по-русски и вполне годится в переводчики.

Тем временем хан, ребра, почки и чореме готовы. Хозяйка вылавливает их и выкладывает на два блюда.

Одно, металлическое, подает хозяину и нам, другое, деревянное, ставит на женской половине. Из него едят женщины и дети. Подростки в трапезе, кстати говоря, не участвуют. Едим все, естественно, руками при помощи ножа. Хозяйка наливает в пиалы и подает густую жирную похлебку из котла, заправив ее просом. Есть и пить надобно не спеша. Да быстро и не получается: еда уж больно сытная, плотная. Потом и трубки появляются. Курим, разговариваем, понемногу размлеваем.

Живая древность

Да, кстати, пока резали и готовили барана, было у нас время прогуляться вокруг. Володя и Вероника, кажется, в полной мере удовлетворили свою страсть к этнофотографии; Кара-Саловы внуки и внучки — свое любопытство. Глядишь — они уже облепили добрую Веронику и чуть ли не едут верхом на Володе. Одна девчонка тащит маленького черного козленочка — знакомить с французенкой. Другая тянет за загородку, где в густом теплом навозе барахтается теленок. Надо сказать: детям в тувинских юртах не запрещается ничего. Их никак видимым образом не воспитывают и как будто не замечают. Приезжие им вдвойне интересны потому, что, в отличие от своих взрослых, обращают на них внимание, общаются с ними.

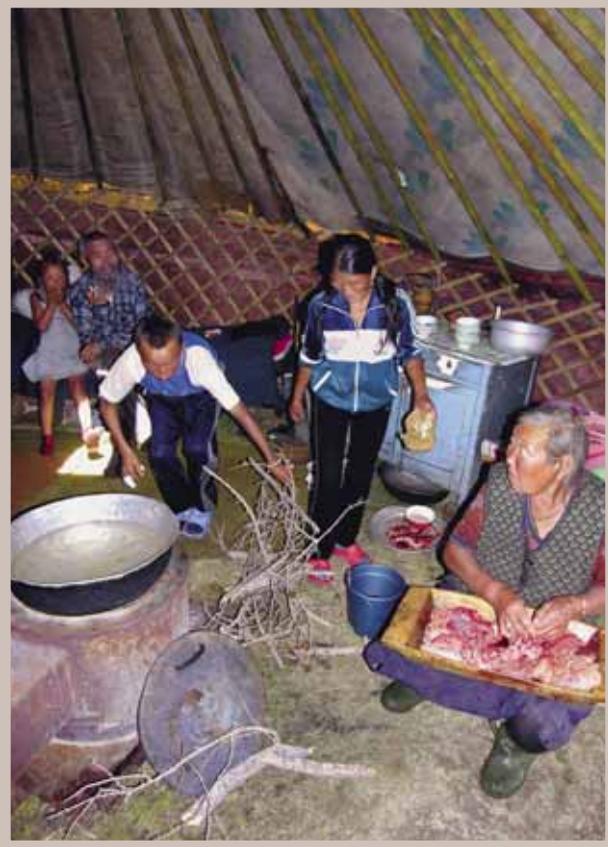
Сию в машине, делаю записи в дневник, сверяясь с генштабовской картой-километровкой. У приоткрытой дверцы появляется черноволосая и черноглазая любопытная голова: девочка лет шести, типичная Кара-кыс, робко и осторожно заглядывает — чем это бородатый дядька занят. Минут через десять, в течение которых девчужка стоит, не переменяя позиции, появляется парнишка чуть постарше. Этот присматривается недолго, потом по-деловому и даже малость с вызовом забирается в салон — мол, смотри, какой я храбрый. С живым интересом ощупывает мою гимнастерку образца 1946 года. Потом берет мои карты и вдумчиво их разглядывает, хотя вряд ли умеет читать. Все это — не говоря ни слова.

Меня зовут. Выхожу. Неподалеку прямо на земле лежит что-то, накрытое овечьими шкурами. Приподнимаем — там целый склад утвари, коей место в экспозиции хорошего этнографического музея.

Деревянная ступа — *согааш* и к ней пест — *бала*, тоже выточенный из дерева. Можно не сомневаться, что и сто, и тысячу лет назад кочевники пользовались точно такими же. Выдолбленное из цельного дерева корытце — *десни*, в него складывают внутренности барана, а потом из него же едят хан и чореме. А вот вовсе древность: ручная мельница из двух плоских камней-жерновов. Точно такие же находят археологи в комплексах скифского и предскифского времени.

Живая архаика: жернов
каменной мельницы

И среди всего этого — предмет, который повергает в трепет наших ученых: седельная сумка из кожи, как две капли воды похожая на те, что известны по древнекочевническим памятникам, только малость поновее. И кожаные ремешки-тесемки,



Обитатели юрты — чада и домочадцы кочевого аала



Юрта Кара-Сала стоит прямо на кургане скифского времени

узелки на которых сплетены точно таким манером, как это делали древние скифы две с половиной тысячи лет назад. Вещи из той эпохи. Взять их в руки почти так же удивительно, как увидеть живого мамонта.

Пора дальше ехать. Чашка с аракой совершает последний круг, хозяин выливает в нее остаток из бутылки, пьет сам, а последние капли с размаху выплескивает назад, через плечо. Прощаемся.

— Четырдым! Ча!

Снова вся молодая поросль сбегается, стоит вокруг. Рукопожатия, улыбки. Садимся в машину, отъезжаем. Метрах в трехстах от юрты отчетливо видна каменная кладка кургана. Поодаль еще один. Более двадцати столетий здесь жили кочевники, и жили в общем-то так же, как наш Кара-Сал и его симпатичное семейство.

Да, чуть не забыл сказать: юрта Кара-Сала стоит прямо на кургане. Если через очаг его жилища провести вертикаль, соединяющую мир живых, мир мертвых и мир божественных духов, то она пройдет и через погребение воина-скотовода, умершего две с половиной тысячи лет назад. Действительно, в Туве сливаются воедино времена и эпохи.



Детям в тувинской юрте дозволено все

А.В. КОПТЮГ, Й. ОСТРЕМ, Л.Г. АНАНЬЕВ

КАК СДЕЛАТЬ ИДЕАЛЬНЫЙ СНЕГ



Каждая снежинка казалась куда больше, чем была на самом деле... И какая точность! Ни единой неправильной линии! Ах, если бы они только не таяли!

*Ганс Христиан Андерсен.
Снежная Королева*



КОПТЮГ Андрей Валентинович — кандидат физико-математических наук, выпускник Новосибирского государственного университета. Доцент факультета информационных технологий Университета Центральной Швеции (г. Эстерзунд)

АНАНЬЕВ Леонид Григорьевич — директор шведско-русской компании «СвеРусс Консульт» (SveRuss Konsult), г. Эстерзунд

ОСТРЕМ Йохан — инженер, директор компании «АРЕКО Сноусистем» (ARECO Snowsystem), г. Эстерзунд





Начало ноября 2005 г. Стадион в Эстерзунде (Швеция) готовится к проведению очередного этапа Кубка Мира по лыжам. Два последних года соревнования переносились из-за отсутствия снега

Когда читатель этой статьи узнает, что ее авторы живут и работают в Центральной Швеции — около 500 км к северу от Стокгольма, что примерно соответствует широте Кандалакши, — у него может возникнуть законное недоумение. «На Северный полюс — и со своим снегом?» — спросит он, памятуя о знакомой с детства Снежной королеве. Кому недостаточно зимой метрового слоя снега? Ответ на вопрос прост: «смотря кому и смотря для чего...». Если вы с утра откапываете свою машину после ночного снегопада — третьего за неделю, — то и пяти сантиметров снега будет более чем достаточно! А представьте, что вы прождали до января, чтобы опробовать свое новое горнолыжное снаряжение. И наконец-то собрались выбраться на любимую гору... И как раз в это время ударили морозы, а потом столбик термометра продержался ниже минус 25°C до середины апреля, после чего снег ударными темпами стаял за неделю... Что вы скажете в этом случае?! Неудивительно поэтому, что находятся люди, которые согласны платить за то, что обычно падает с неба «задаром». Как, соответственно, существуют и те, кто этот искусственный снег производит. Многие горнолыжные курорты, в том числе в России и Швеции, благодаря использованию специальных «оснеживающих» систем продлевают горнолыжный сезон аж на четыре месяца (на два — в начале зимы и на два — весной). К тому же нужно заметить, что в это время погода наиболее мягкая и благоприятная, то есть идеально подходящая для прекрасного семейного отдыха.

СТО ИМЕН ДЛЯ СНЕГА

Говорят, в языках Северной Скандинавии существует сотня слов, обозначающих снег, что вовсе не удивительно. Ибо этого «добра» зимой здесь бывает предостаточно, да и сама структура снега очень переменчива и зависит от температуры и влажности воздуха. Любители лыж хорошо знают, что снег может быть «жестким», «мягким», сырым и т. д. Иногда лыжи бегут «сами», а буквально на следующий день нужно прикладывать усилия даже для того, чтобы съехать под горку.

На современных лыжных соревнованиях судьбу медалей иногда решают десятые доли секунды. А в горнолыжном спорте счет идет уже на сотые и тысячные! И вот после того, как мы год, а то и два с нетерпением ждем международных соревнований, загоня покупая билеты и заказывая гостиницу, организаторы в последний момент вдруг все отменяют. Поскольку Небо не «послало» в нужное место столь необходимого снега, который вместо этого опять весь выпал около вашего гаража...

Согласно данным, полученным участниками Шведского регионального проекта моделирования климата (SWECLIM), к 2010 году среднегодовая температура в Швеции повысится на 3,8°C. По расчетам, потепление в Северной Европе будет более значительным, чем в остальных регионах, что может принести любителям зимних видов спорта большие разочарования. Ожидаемое также увеличение годовой нормы осадков произойдет скорее всего за счет летних и в особенности осенних дождей. Вместе с ростом среднезимних температур это приведет к уменьшению снежного покрова и более

позднему открытию лыжного сезона. Причем проблемы со снегом характерны не только для Скандинавии. Например, на горнолыжных курортах Восточной Сибири открытие лыжного сезона в 2003 году состоялось лишь в канун Нового года, а зимой 1998/99 г. — только 3 января!

Таким образом, «искусственный» снег в лыжном спорте олицетворяет стабильность и качество. Снегогенераторные системы используются тогда, когда необходим контроль над ситуацией: чтобы снег лежал там, где нужно, тогда, когда нужно, и такой, какой нужен. Следует отметить, что применение снегогенераторных систем выходит за спортивные рамки. «Искусственный» снег может использоваться при проверке противообледенительных систем самолетов, при тестировании зимних автопокрышек и даже для защиты молодых лесопосадок от морозов.

СДЕЛАТЬ СНЕГ — ЛЕГКО?

Большинство уверено, что «сделать» снег проще простого — были бы вода и мороз. Но это лишь кажущаяся простота. Мы предлагаем тем, кто живет в холодном климате, простой и безопасный эксперимент. Возьмите распылитель воды, который обычно используется для увлажнения комнатных растений или при глажении белья. Наполните его холодной водой из водопроводного крана, выйдите на улицу в холодный (холоднее, чем минус 10°C) день и начните разбрызгивать воду повыше в воздух. Как вы думаете, что у вас получится? Большие и пушистые снежинки? Ничего подобного — маленькие блестящие... льдинки.

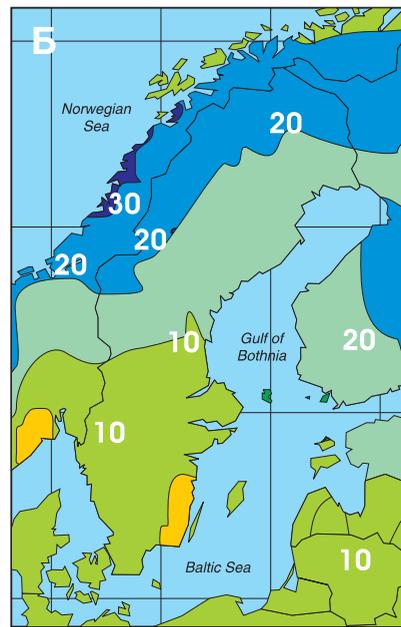
Почему же зимой с неба падают именно снежинки? «Секрет их производства», спрятанный высоко в облаках, заключается в постепен-

ном нарастании микрокристаллов льда на так называемый начальный «центр конденсации» при определенных условиях. Если условия будут неподходящие, вместо снежинок выпадут твердые ледяные шарики (летний град) или то, что в России называется «крупа», то есть сравнительно плотный, гранулированный снег, характерный для поздней осени.

Что же необходимо для успешного «снегоделания»? Очевидно, вода определенной температуры, «разбрызганная» определенным образом, холодный воздух... Еще — какое-то природное «волшебство» или, по крайней мере, сложное техническое оборудование. И только тогда мы со всей уверенностью сможем возвестить: да будет Снег! И он — будет!

ЗАГЛЯНЕМ В ДУЛО «СНЕЖНОЙ ПУШКИ»

А теперь — для тех любознательных, кто не убоится некоторых технических подробностей. Снегогенераторные машины, использующиеся в наше время, можно поделить на два основных типа: вентиляторные (обычно называемые «снежными пушками») и мачтовые. В России наиболее распространены генераторы первого типа. Главным узлом этих устройств, как следует из названия, является вентилятор большой мощности, создающий непрерывный поток воздуха, в который затем впрыскиваются капельки воды.



В Северной Европе за период 1990—2100 гг. ожидаются значительные изменения климата, обусловленные повышением среднезимних температур (А) и годовой нормы осадков (Б).

Рис. с сайта Шведского Агентства по защите окружающей среды (<http://www.internat.naturvardsverket.se>)



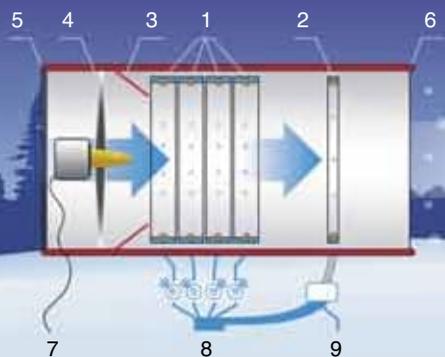
Снежные пушки на склонах горнолыжного курорта Бидален



Производству «искусственного» снега уже более 50 лет. Первые экспериментальные установки были созданы в 1950—60-х гг. в странах, где горнолыжный спорт пользовался популярностью. Патенты на способы создания снега были поданы в 1968 г.

На фото — инженер Ф. Якоб проверяет снегогенератор (середина 1960-х).
Фотография предоставлена компанией SUFAG, входящей в объединение Snownet Group



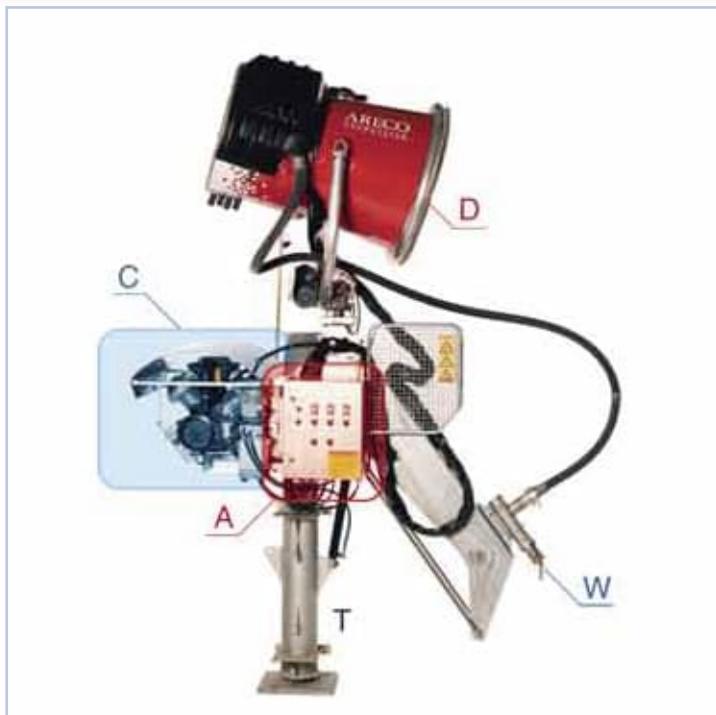


Вентиляторные «снежные пушки» могут устанавливаться и на самоходном гусеничном шасси

В вентиляторных «снежных пушках» мощный вентилятор (4) создает непрерывный поток воздуха, который движется через основные (1) и нуклеационные (2) кольца с форсунками. В первые кольца под давлением подается вода, во вторые — водно-воздушная смесь. Через форсунки основных колец в воздушный поток впрыскиваются мельчайшие водяные капли. Форсунки нуклеационного кольца создают центры конденсации, необходимые для образования и роста снега.

Между вентилятором и кольцами находятся пластинки-лопасти (3), которые способствуют лучшему перемешиванию компонентов смеси вода-воздух.

Во многих «снежных пушках» используется несколько основных колец, каждое — с отдельным водяным вентиляем. Благодаря этому можно регулировать производительность снегогенератора. Основные узлы заключены в металлический кожух (6) с защитной сеткой (5) на входе системы. В снегогенераторе также имеются устройства подачи электроэнергии (7), воды под высоким давлением (9) и сжатого воздуха (8)



В «снежных пушках» кожух снегогенератора (D), система автоматизации (A) и компрессор (C) монтируются либо на колесном шасси, либо на прочной «ноге» (T). Вода подается по шлангу со специальным разъемом для быстрого подключения (W). Управляющие сигналы подаются от центральной компьютерной системы через отдельный «сигнальный кабель» или по радио

У «снежной мачты» генерирующие снег элементы подняты над землей на высоту до 10 м. Благодаря этому вся распыленная вода успевает полностью конденсироваться в виде снега, пока последний под своим весом падает на землю



Снежный «дизайнер» инженер Л. Вярмефорш из *ARECO Supersnow* настраивает узлы автоматизации оснеживания

Смесь, изверженная генератором, должна провести некоторое время в воздухе, прежде чем в виде хорошо сформировавшегося снега упадет на землю. «Снежной пушке» сложно набрасывать снег «прямо под ноги», поскольку наилучший снег получается на расстоянии примерно 10–20 м от установки. Это проще делать с помощью специальных снежных мачт, которые к тому же дешевле вентиляторных пушек.

Все современные снегогенераторы снабжаются системами автоматики разной сложности (от систем защиты от перегрузок до систем полного контроля за управлением).

ДЕЛАТЬ СНЕГ — ЭТО ИСКУССТВО!

Современная система оснеживания не ограничивается только генераторами снега, расставленными вдоль горнолыжного склона или лыжни. Очевидно, что необходимо еще проложить трубы для подвода воды и электрокабель. Трубы при этом не должны

промерзнуть даже в самый сильный мороз, поэтому они обычно вкапываются в землю (в Сибири и Центральной Швеции — на глубину не менее 50–70 см). Через определенные интервалы нужно организовать «точки подключения» снегогенераторов, включающие электрический разъем и устройство подачи воды («гидрант»).

Не нужно забывать, что даже «простой» горнолыжный склон может иметь длину более километра и перепад высот в 400–500 м. На подобном склоне потребуются расположить около десяти «точек подключения», а у подножия — водяной насос высокого давления (до 40 атмосфер) высокой производительности. Чтобы набросать достаточное количество (обычно 10–20 см) «искусственного» снега на километровый склон, 4–5 «снежных пушек» (каждая из которых потребляет до 500 л воды в минуту, что соответствует примерно одной средней ванне воды за 15 секунд), должны работать непрерывно в течение 5–7 суток. В целом производительность современных снегогенераторов потрясающа — они способны производить до 100 м³ снега в час! «Снежные пушки» с гидравлическим поворотным устройством способны покрывать снегом до 1000 м² поверхности каждая.

Оснеживание беговой лыжни отнюдь не проще. Тут, конечно, нет таких перепадов высот, как на горнолыжных склонах или трамплинах, зато длина трасс исчисляется уже десятками километров. Прокладывание столь длинных трубопроводов достаточно дорого. Именно поэтому одним из распространенных решений является установка «снежных пушек» и цистерн с водой на самоходное шасси, колесное или гусеничное. В этом случае оснеживание любой площади — только вопрос времени.

Как проверить, насколько хорош свежеизготовленный снег? Специалисты говорят, что снег для горнолыжного склона должен иметь плотность от 400 до 500 кг на м³, то есть быть в 2–2,5 раза легче льда или воды.

Измерение плотности сводится к измерению веса кусочка «снежного пирога» определенного размера, аккуратно вырезанного со склона. Есть, правда, способ и попроще. Внимательные лыжники могли заметить, что специалисты по оснеживанию (главные «снегоде-

лы») обычно одеты в черные куртки из особого материала. Это не просто униформа, а своего рода «инструмент» для проверки качества снега. Для этого «снегодел» подходит к работающей «пушке» и подставляет руку под снежный поток на расстоянии около 15 м от выходного среза. Через 15–20 с (точные цифры — производственный секрет!) специалист отходит в сторону и стряхивает снег с рукава, болтая рукой. После чего проверяет, что же налипло на ткань. Если весь снег стряхнулся, он слишком сухой. Если весь остался — слишком влажный. Нужное качество лежит где-то посередине. И как раз здесь-то и начинается искусство «снегоделания».

РЕЦЕПТ ХОРОШЕГО СНЕГА

У современных снегогенераторов есть достаточное число «степеней свободы» для подстройки и обеспечения хорошего качества снега

при любой, достаточно низкой, температуре воздуха. А что делать, если внешние условия (температура воздуха, влажность) быстро меняются? Понятно, что в таком случае необходимо постоянно корректировать «настройку» генератора, чтобы качество производимого снега не снижалось. К счастью, благодаря автоматизации оператору не требуется бегать вверх-вниз по склону, чтобы перенастроить систему. Причем автоматическая настройка может осуществляться как на уровне отдельного снегогенератора, так и на уровне всей системы оснеживания в целом. Сложные системы автоматики, которые включают в себя микропроцессоры и стационарные компьютеры, а также «погодные станции» могут работать без особого вмешательства человека неделями и месяцами.

Если использовать ресторанную аналогию, рецепт хорошего «снегоделания» с использованием автоматизированной системы скорее напоминает инструкцию по эксплуатации какой-нибудь современной хлебопечки: «заложить

После генерации снег должен «отлежаться» несколько дней («созреть», как созревает молодое вино). Затем наступает очередь специальных снежных машин, которые разравнивают снег, уплотняют или размягчают его поверхность. На фото — снежная машина «Formatic G11» фирмы Hydrolink OY на склонах горнолыжного курорта в Оре



муку, дрожжи, залить воду, нажать кнопку и ждать звонка — готово!» Конечно же ни один уважающий себя шеф-повар не позволит себе ничего подобного: все будет сделано традиционно, в «ручном режиме», с поправкой «на нюх и на взгляд». Так же и хороший «снегодел», у которого за плечами долгие годы работы,

будет регулировать систему с учетом множества только ему ведомых факторов: было ли сегодня «гало» вокруг солнца, как вчера хрустел снег, какого цвета был закат, и Бог знает чего еще... Однако как хорошего повара, так и умелого «снегодела» найти нелегко, да и платить им надо астрономические суммы. Компьютерная автома-



В заключение мы хотим пожелать читателям хорошего снега — на настоящий и все будущие лыжные сезоны! Мы также хотим пожелать тем, кто еще не приобщился к горнолыжной «забаве», хоть раз попробовать. Ведь сегодняшние возможности для горнолыжных энтузиастов всех возрастов и любой квалификации просто неисчерпаемы! Помимо очевидной пользы для здоровья — поскольку вы проводите время на чистом

тика обходится дешевле, с ней легче управляться, и она не спорит, если приходится работать сверхурочно.

Кстати, на международных соревнованиях, где тусуются «сливки» спортивного бомонда, снег готовят как раз не уникальные специалисты. Современные спортивные состязания требуют, по возможности, стандартного

инвентаря и стандартных условий проведения, чтобы обеспечить равноправие для всех участников. Поэтому все чаще организаторы соревнований обращаются к автоматизированным системам оснеживания даже при достаточном количестве природного снега, стандартизировать который весьма сложно.



Сибирский горный «курорт» в Междуреченске, где расположен Центр зимних видов спорта, тоже может испытывать дефицит снега. На панорамном фото — вид с горы Югус

*воздухе, борясь с последствиями гиподинамии, — занятия лыжным спортом доставляют огромное удовольствие! Ну а когда вы снова окажетесь на своем любимом склоне, вы сможете со знанием дела рассказать друзьям о том, сколько усилий и знаний скрывается за кажущимся таким простым и привычным «идеальным» снегом.
ХОРОШЕГО ВАМ СНЕГА!*

В публикации использованы фотографии А. Коптюга и фотографии, предоставленные «АРЕКО Сноусистем»

