



# Наука в Сибири

ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК • ИЗДАЕТСЯ С 1961 ГОДА

21 июля 2016 года

№ 28 (3039)

электронная версия: [www.sbras.info](http://www.sbras.info)

12+

## ИСТОРИЯ ОДНОГО РАДАРА

СТР. 5



**Вспышка чумы.  
Комментарий эксперта**

стр. 4

**Нанолазеры,  
интерферирующие  
РНК и беспилотные  
автомобили**

стр. 6—7

**Ветра и солнца брат**

стр. 8

## НОВОСТИ

## Из новосибирского Академгородка отправили 60 кг писем умным школьникам

Руководство Специализированного учебно-научного центра при Новосибирском государственном университете (СУНЦ НГУ) завершило рассылку писем талантливым школьникам. Одаренных подростков из России и ближнего зарубежья зовут учиться в новосибирский Академгородок

Все письма — это приглашения в Летнюю школу СУНЦ, которая открывается в Академгородке 1 августа. Еще в феврале-марте в СУНЦ начали создавать адресную базу школьников, которым будут отправлены приглашения. По статистике более половины учащихся — это победители и призеры Всесибирской открытой олимпиады школьников, которую в течение учебного года проводит СУНЦ. Также в списке адресатов победители и призеры Всероссийской олимпиады и других значимых соревнований.

В этом году письма должны получить 1744 школьника из 44 регионов РФ, а также из Казахстана. Письмо содержит в себе информацию о Летней школе и приглашение в Академгородок.

Рассылка приглашений является необходимым этапом в системе отбора талантливых школьников, которая сложилась в Академгородке в 1960-х годах. Успешное обучение в Летней школе дает ученику право поступить в СУНЦ. Следующей ступенью образования может стать НГУ, откуда успешный студент при желании попадает в научные институты СО РАН.

Летняя школа-2016 готова принять около 700 учеников. Трехнедельная программа включает лекции и семинары по математике, физике, химии и биологии.

— Многие известные ученые Академгородка с удовольствием читают лекции нашим ЛШатам. Например, одну из лекций по физике прочтет директор Института ядерной физики им. Г.И. Будкера

СО РАН Павел Логачев — выпускник ФМШ-1982, — говорит директор Летней школы-2016 Фаузия Сулейманова. Также ученикам предстоит защищать фантастические проекты, проходить квесты и устраивать физические бои. По вечерам школьников ждут концерты и дискотеки.

*Идея собрать в новосибирском Академгородке во время летних каникул школьников, увлеченных физикой и математикой, принадлежала основателю Сибирского отделения Академии наук СССР академику Михаилу Алексеевичу Лаврентьеву. Первая Летняя школа состоялась в июле-августе 1962 года.*

Пресс-служба НГУ

## Сибирские ученые занимаются аппаратами для опреснения воды

Ученые новосибирского Академгородка разрабатывают аппараты мгновенного вскипания (АМВ) — устройства, с помощью которых опресняется около 90 % минерализованной воды в мире

«Главное преимущество АМВ, предложенных учеными Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, по сравнению с другими выпарными аппаратами в России и за рубежом, заключается в возможности охлаждать и упаривать сильно загрязненные жидкости, в том числе содержащие твердые включения», — рассказывает ведущий инженер ИТ СО РАН Дмитрий Мухин.

Устройство можно разделить на три отсека. Первый — испарительная камера, в которую поступает загрязненная жидкость (солеосодержащие сточные воды, морская вода и т.д.). Там поддерживается низкое давление или вакуум, и за счет таких условий раствор мгновенно вскипает. Получившийся пар перемещается вверх, во второй отсек — конденсатор, где происходит охлаждение и конденсация пара. Образующийся дистиллят (продукт опреснения) скапливается в третьем отсеке-поддоне (сборнике). После этого вода готова к использованию. Как

правило, установка состоит из нескольких АМВ, соединенных между собой. Процесс парообразования происходит одновременно с поступлением жидкости в испаритель.

Именно к такому виду аппаратов пришли в связи с необходимостью охлаждения и утилизации теплоты горячей, загрязненной, сильно минерализованной жидкости еще в конце прошлого века. В 1976–1982 годах были созданы работающие по этому принципу установки утилизации теплоты дистиллерной жидкости (УИТДЖ) на двух наиболее крупных содовых заводах СССР: в Стерлитамаке (Башкортостан) и Красноперекоске (Крымский содовый завод, Крым).

К нововведениям сибирских ученых относится то, что они разработали конструкции установок с АМВ, расширив область их применения, с целью охлаждения и утилизации теплоты горячих, загрязненных, сбросных и циркулирующих жидкостей в

химической, металлургической и других отраслях промышленности, а также упаривания послеспиртовой барды в производстве спирта.

В настоящее время наблюдается интерес к опреснителям, в том числе и с аппаратами мгновенного вскипания, для обеспечения объектов в Крыму опресненной водой Черного моря. Кроме того, установки применяются в сфере энергетики для получения обессоленной воды с целью подпитки котлов среднего и высокого давления как из природной воды, так и из сточных вод самих энергетических производств. АМВ выступают в качестве альтернативы дорогостоящему химическому обессоливаю воды и решения экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды стоками, содержащими химреагенты.

Соб. инф.

## Ученые России и Китая обсудят влияние космической погоды на жизнь человека

Ученые Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова представят результаты исследований о влиянии космической погоды на человека и среду его обитания на XIII Международной российско-китайской конференции «Космическая погода». Научный форум пройдет 15–21 августа на базе Института космических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН

«Научные сотрудники Физико-технического, Медицинского институтов СВФУ и ИКФИА СО РАН провели исследования, доказавшие, что во время сильных геомагнитных бурь происходят катаклизмы. Возрастает количество инфарктов и инсультов у населения, число дорожно-транспортных происшествий, техногенных катастроф, связанных с проявлениями солнечной активности. Чтобы уменьшить негативное воздействие космической погоды на технические системы и живые организмы, нужно уметь

прогнозировать периоды наибольшего оживления», — рассказывает заведующий кафедрой теоретической физики Физико-технического института СВФУ профессор Юрий Григорьев.

К конференции присоединятся китайские ученые: они обсудят с российскими коллегами факторы космической погоды, неблагоприятно влияющие на технологические системы и здоровье человека, представят результаты фундаментальных исследований солнечно-земных связей.

По словам профессора, китайская сторона имеет возможность изучать природные процессы на низких широтах, а экспериментальная база ИКФИА СО РАН позволяет проводить научные работы на высоких. Также Юрий Григорьев сообщил, что на конференции будут подняты вопросы сотрудничества между СВФУ и научными институтами Китая по изучению космической погоды.

Пресс-служба СВФУ

## АНОНС

## Продолжается прием работ на фотоконкурс «Животный мир Сибири»

Новосибирский государственный краеведческий музей (НГКМ) совместно с Институтом систематики и экологии животных СО РАН проводят ежегодный фотоконкурс «Животный мир Сибири–2016»

Цель конкурса — привлечь внимание к самобытной и разнообразной природе Сибири.

В конкурсе могут участвовать как профессиональные фотографы, так и любители, независимо от возраста, пола, места проживания и рода занятий. Работы принимаются до 15 ноября 2016 года. Итоги будут подведены к 20 декабря. Призовой фонд конкурса составляет 60 000 рублей.

Как отмечают организаторы, основная идея конкурса — просветительская. «Мы хотим сформировать культурные основы, которые позволяют человеку по-настоящему быть патриотом, — говорит директор ИСиЭЖ СО РАН доктор биологических наук Виктор Вячеславович Глухов. — Мы должны гордиться своей страной и радоваться тому, что нас окружает, воспитывать не только детей, но и старшее поколение, чтобы люди просто не могли поднять руку на уничтожение природы. Это та капля, которую мы посылить можем внести, чтобы наше общество стало лучше».

«Очень важен краеведческий, познавательный аспект конкурса и последующей выставки. Ведь каждый раз, проводя экскурсии по музею, убеждаешься, что люди плохо знают окружающую природу», — соглашается с коллегой старший научный сотрудник филиала «Музей природы» НГКМ Андрей Леонтьевич Мугако.

Этот конкурс проводится уже в пятый раз. Если первоначально он касался животного мира лишь Новосибирской области, то теперь перешел на всю

Сибирь. «Какие-то аспекты исчезают. Например, в прошлом году был пробный этап, когда на конкурс принимались также пейзажи и ландшафты области, но это — отдельная серьезная тема, от которой в этом году мы решили отказаться и сконцентрироваться на животном мире», — комментирует руководитель филиала «Музей природы» НГКМ Вера Сергеевна Журавлёва. Зато появилась новая номинация — «фотоистория» (вдобавок к двум старым — «позвоночные» и «беспозвоночные животные»). Это какой-то интересный сюжет из жизни зверя, представленный одной фотографией или серией до пяти снимков.

Пока в работах, присланных на конкурс, фауна Сибири представлена неравномерно: одних животных (например, белочек и бурундуков) присылают в больших количествах, других (насекомых, чаек в некоторых аспектах их жизни) — совсем нет или очень мало. При отборе большое внимание будет уделяться оригинальности подхода фотографа и ситуации, в которой удалось запечатлеть «модель».

Лучшие снимки будут представлены на выставке, посвященной животному миру Сибири, в Новосибирском государственном краеведческом музее. Затем она станет передвижной, и примерно год будет курсировать по районам области.

Отмечается, что после церемонии награждения, возможно, состоится мастер-класс. Виктор Глухов дал несколько советов по фотосъемке диких животных. Так, оказывается, в сумерки к ним можно довольно

близко подобраться, если ослепить их на время ярким светом фонаря.

А вот от цели создания атласа животных Новосибирской области, которая ставилась в предыдущие годы проведения конкурса, на время пришлось отказаться — для этого издания пока не удается найти финансирование. Хотя, по словам Виктора Глухова, такая книга имела бы коммерческий успех. «Даже если выпустить просто определитель птиц по фотографиям, он тут же исчезнет с полок книжных магазинов», — комментирует ученый.

Соб. инф.

На фото Р.В. Рыгзынова — манул в дикой природе



## Ускорители не только для науки

На публичной лекции в рамках Городских дней науки слушатели узнали о работе промышленных ускорителей в Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, о том, опасна ли электронно-лучевая стерилизация, и как ученые собираются бороться с внутрибольничными инфекциями

— Я представляю лабораторию промышленных ускорителей ИЯФ СО РАН, которая занимается разработкой и производством импульсных линейных ускорителей электронов серии ИЛУ для нужд городского и народного хозяйства, а также для прикладных целей, начиная с 1970 года, — рассказывает сотрудник института Евгений Андреевич Штарклёв.

В основе работы любой такой установки заложено взаимодействие заряженных частиц с электрическим и магнитным полями. Первое способно увеличивать энергию частицы, а второе задает орбиту, по которой эти частицы движутся. Ускорители делятся на много подвидов, конструктивно их можно разбить на две большие группы: линейные, где пучок однократно проходит ускоряющий промежуток, и циклические, в которых пучки движутся по замкнутым траекториям, проходя ускоряющие промежутки по много раз и набирая всё большую и большую энергию.

— Наши установки относятся к классу импульсных линейных, где ускорение происходит электрическим полем высокочастотных резонаторов. Приборы перекрывают диапазон энергий ускоренных электронов от 0,6 до 10 МэВ, с мощностью пучка до 100 кВт. Их отличительными особенностями являются компактность, простота конструкции, удобство в эксплуатации и надежность при длительной работе в условиях промышленного производства, — объясняет Евгений Андреевич.

Помимо общеизвестных областей применения ускорителей (научные исследования в физике высоких энергий, лечение онкологических заболеваний), существует масса других актуальных прикладных задач, для решения которых эффективно используются промышленные ускорители серии ИЛУ. Это, в первую очередь, электронно-лучевая стерилизация одноразовой медицинской одежды и инструментов, биодобавок и медпрепаратов, а также изготовление новых лекарственных препаратов, улучшение свойств изоляции проводов, полимеризация и так далее.

Проблема уничтожения всех видов болезнетворных микроорганизмов на поверхности и внутри материала в процессе массового промышленного производства решается несколькими способами. В частности, разработаны технологии термической, фильтрационной, пригодной только для жидких сред, газовой (используется высокотоксичный и экологически опасный газ — окись этилена), гамма-стерилизации (при помощи изотопных источников) и, наконец, электронно-лучевой стерилизации (ЭЛС).

В России распределение по способам стерилизации примерно следующее: гамма-стерилизация — 60 %, газовая — 30 %, электронно-лучевая — 10 %.

— В сравнении с другими методами ЭЛС более эффективна. Она гарантирует относительно низкую стоимость эксплуатации, непрерывность технологического процесса, высокую производительность, быструю обработку материалов и достаточно большой срок службы самого оборудования. Кроме того, полностью исключается какое-либо химическое загрязнение окружающей среды. При работе с электронным пучком с энергией до 10 МэВ не образуется остаточная радиация, поэтому после выключения ускорителя какое-либо излучение отсутствует, что делает такой метод стерилизации безопасным и экологически чистым. Так что радиационная защита требуется только для ускоряющих элементов системы на время работы. В нерабочем состоянии к установке можно относиться как к обычному электротехническому оборудованию, с соблюдением соответствующих норм безопасности, — поясняет Евгений Штарклёв.

Механизм такого способа основывается на способности электронного пучка разрушать ДНК живых организмов. Взаимодействие электронов с микробиологическими объектами можно описать двумя механизмами.

В первом случае излучение непосредственно ионизирует атомы цепочек ДНК, необратимо повреждая их, и тем самым препятствует размножению микробов. Во втором же, косвенном, излучение образует из воды высокоактивные свободные радикалы Н<sup>+</sup> и ОН<sup>-</sup>, которые взаимодействуют с молекулой

ДНК и разрушают ее. Таким образом, патогенные организмы уничтожаются.

Несомненный плюс подобной стерилизации — товар можно обрабатывать непосредственно в упаковке и сразу отправлять в пункт назначения, а не выдерживать некоторое время, как при обработке химическими веществами.

— Наиболее перспективными на сегодняшний день областями применения ускорителей ИЛУ являются обеззараживание медицинских отходов и пастеризация пищевых продуктов. По оценкам экспертов, первых ежегодно на территории России накапливается более 3,5 млн тонн, из них более 1,2 млн тонн — 35 % — опасных, а 40 тыс. тонн — 1 % — чрезвычайно опасных. Из-за того, что они не утилизируются должным образом, появилась проблема с внутрибольничными инфекциями, которые в результате некорректных манипуляций с отходами возникают у 5 % больных, находящихся в стационаре. По данным ученых, ежегодно фиксируется 2–2,5 млн случаев заражения пациентов внутри лечебных учреждений. Этому процессу можно помешать, — рассказывает Штарклёв.

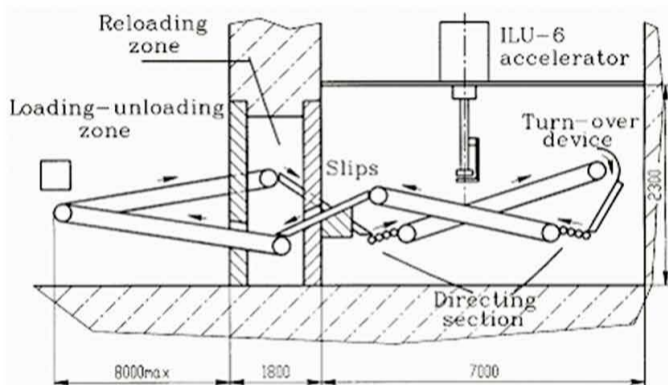
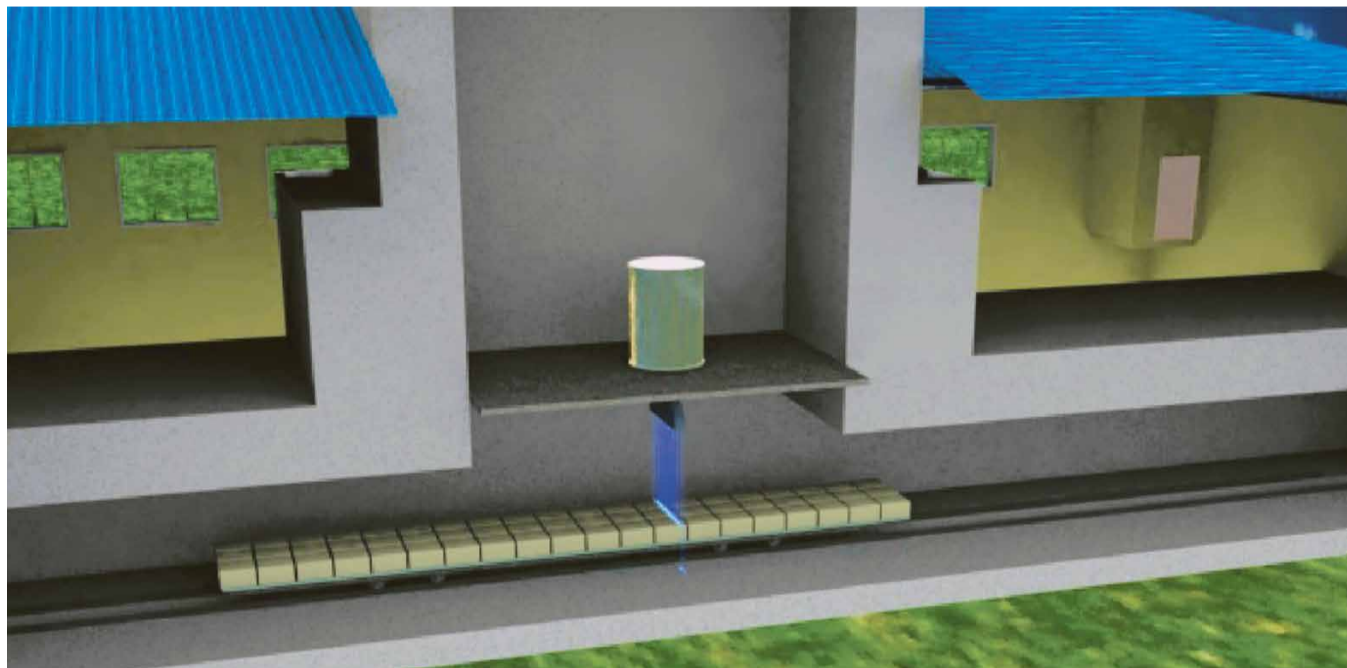


Схема внутреннего устройства и внешний вид ИЛУ-6

Процесс радиационного обеззараживания сходен с процессом радиационной стерилизации. Оно проводится в многообразных стандартных контейнерах. Основное преимущество перед другими методами (химический и сжигание) состоит в том, что нет необходимости открывать емкости, и риск распространения внутрибольничных инфекций минимален.



Стерилизация медицинского изделия

Еще одна проблема, которую выявили международные исследования: в настоящее время около 40 % пищевых продуктов выбрасывается покупателями либо торговыми сетями из-за истечения срока годности. Пастеризация еды при помощи ускорителей электронов ИЛУ позволит на 30 % сократить потери при хранении овощей и зерна, улучшить качество продуктов, а также добиться успехов в импортозамещении. Срок хранения охлажденного мяса после обработки увеличивается до двух-трех недель, а картофель перестает прорастать. Облучение электронами особенно необходимо для тех вещей, которые нельзя пастеризовать путем нагревания: салаты, охлажденное мясо, крупы, специи. Часть из них сейчас сохраняют, используя химические консерванты. Другие, например специи, можно пастеризовать только при помощи электронов.

При этом важно учесть влияние облучения на свойства продуктов питания. В 1980 году объединенный комитет экспертов рассмотрел данные международного проекта по исследованию токсичности

облученной пищи и заключил, что при дозе не более 10 кГр еда вреднее не становится. При этом дозы, необходимые для пастеризации продуктов питания, как правило, составляют единицы килогрэй.

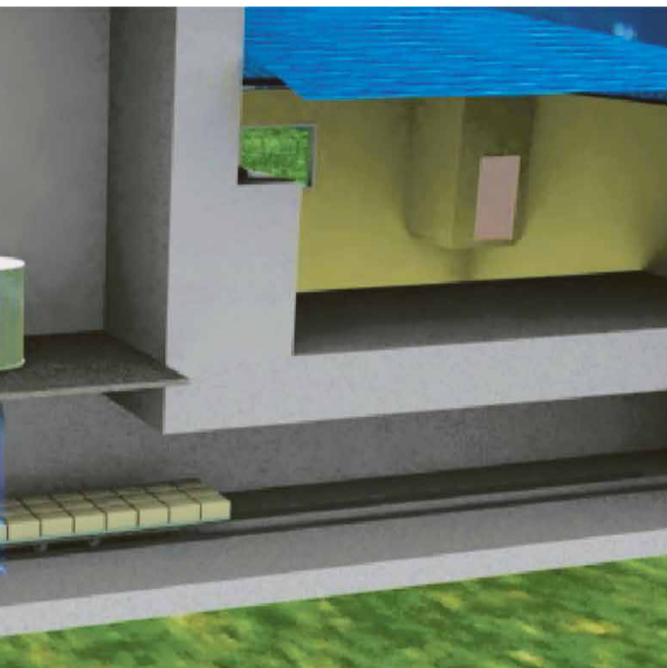
— Такую технологию, которая используется во многих странах для продления срока годности продовольствия, в России начнут применять не ранее 2017 года. Закон, разрешивший ее, начал действовать с 1 января 2016 года, но на подготовку ГОСТов уйдет еще один-два года, — говорит Евгений Штарклёв.

Если говорить об установках, то базовой моделью, нашедшей приложения в широком спектре технологических процессов как в России, так и за рубежом, стал ускоритель ИЛУ-6.

Следующая модель — ИЛУ-8, который рассчитан на небольшую энергию электронов (до 1МэВ) и поэтому не требует строительства специального защищенного помещения. Он может быть размещен в обычном производственном цехе в местной радиационной защите. Эта установка в основном используется для улучшения эксплуатационных свойств изоляции проводов, применяемых, например, в самолетостроении.

— Электронная обработка повышает температуру смягчения и плавления изоляции и, как результат, предотвращает возникновение короткого замыкания в пучке проводов при эксплуатации в режиме увеличения количества градусов. Такой метод позволяет получить изоляцию с улучшенными эксплуатационными свойствами, она не горит открытым пламенем, что предотвращает возникновение пожаров при авариях, — рассказывает Евгений Штарклёв.

Модель ИЛУ-10 предназначена в основном для процессов, требующих более высокой энергии электронов, которая достигается установкой на резонаторе двух высокочастотных генераторов.



Стерилизация медицинского изделия

Обычно он используется для стерилизации медицинских изделий однократного применения: хирургических и акушерских, халатов, шприцев, капельниц и так далее, а также для стерилизации биодобавок и растительного лекарственного сырья. Планируется его применение для холодной пастеризации пищевых продуктов.

— Самая последняя наша разработка — ускоритель ИЛУ-14. В отличие от предыдущих моделей, он расположен горизонтально и представляет собой модульную структуру, состоящую из нескольких ускоряющих резонаторов, в которых электронный пучок ускоряется до энергии 10 МэВ при мощности до 100 кВт. Область применения этой установки за счет ее высоких энергетических параметров обширна: электронно-лучевая стерилизация, пастеризация пищевых продуктов, а также обеззараживание медицинских отходов, — говорит ученый.

Подготовила Дарина Муханова  
Фото предоставлены Евгением Штарклёвым

## АКТУАЛЬНО

## Чума, которая где-то рядом

Когда слышишь словосочетание «бубонная чума», в голове сразу же всплывают страшные эпидемии средневековья. «Как хорошо, что мы живем в XXI веке, и такое уже не грозит», — думается нам. Между тем, как показал недавний случай на Алтае, болезнь ближе, чем кажется. О ней мы поговорили с заведующей лабораторией молекулярной микробиологии Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН доктором биологических наук Ниной Викторовной Тикуновой



— Я действительно считала чуму побежденной, а оказалось, что ежегодно в мире ею заражаются примерно 2,5 тысячи человек (причем 5–10 % случаев заканчиваются летальным исходом). Насколько распространена болезнь на сегодняшний день?

— Для начала я развею ваше заблуждение. Как и вирусный клещевой энцефалит, чума — это природно-очаговое заболевание. В поддержание его очагов вовлечены членистоногие, млекопитающие и человек — постольку, поскольку он вторгается в эту систему. Полностью избавиться от чумы можно, только истребив в этих местах всех млекопитающих, а также членистоногих, которые живут за их счет. Разумеется, это не представляется выполнимым. Соответственно, уничтожить чуму в природе нельзя (тогда как с оспой это удалось, потому что, кроме человека, нет никаких организмов, которые ее поддерживали бы), но ее смогли победить как заболевание с открытием антибиотиков. Природные очаги чумы до сих пор сохраняются, например, в засушливых регионах Монголии, Китае и на прилегающих к ним территориях, в частности, на Алтае. Так как в свое время эта болезнь дошла до Европы, то не исключено, что очаги остались и где-то по пути ее миграции.

— Что представляет собой очаг заболевания?

— Чумной микроб (по латыни он называется *Yersinia pestis* в честь Александра Йерсена, который его открыл) размножается в блохах, питающихся кровью мелких млекопитающих. Как правило, это грызуны — мыши, крысы, а также зайцеобразные, белки, сурки, суслики. Блохам значительно приятней пить их кровь, потому что она теплее, чем у человека. И на людей они перепрыгивают либо случайно, либо потому что животное уже погибает или погибло (а в совсем неблагоприятных для себя условиях и вовсе могут питаться гусеницами и червяками, у которых не очень твердые покровы). Так, однажды попав в популяцию блох и мышей, чумная бактерия циркулирует в природе. Есть несколько гипотез о том, как она появилась. Дело в том, что у *Yersinia pestis* есть родственники: *Yersinia pseudotuberculosis* и *Yersinia enterocolitica*. Последняя может жить в почве, размножается в пониженных температурах и вызывает классические желудочно-кишечные заболевания, а *Yersinia pseudotuberculosis* вызывает псевдотуберкулез, который, по сути, не имеет никакого отношения к туберкулезу, а проявляется сыпью и некоторыми желудочно-кишечными симптомами. Вероятно, *Yersinia pestis* произошла от этих своих родственников путем приобретения особых генов вирулентности, позволяющих чумным бактериям внедряться в клетки теплокровных и выделять токсины в организм.

— Насколько мне известно, есть несколько форм чумы, причем некоторые из них поддаются лечению гораздо хуже. Чем они различаются?

— Существуют три формы заболевания: бубонная, легочная и первично-септическая. По сути, они вызываются одной и той же бактерией. Всё зависит от того, каким путем микроорганизм попал в пациента, и от состояния иммунного статуса последнего. Бубонная чума на сегодняшний день хорошо поддается лечению, за исключением тех случаев, когда к врачам обратились совсем

поздно, и заболевание уже перешло в следующую стадию, при которой бактерии циркулируют по всему организму. Кстати, в этот момент больной очень заразен, и даже прикосновение к его одежде может быть очень опасным. При этом он еще и подкашливает, из-за чего бактерии передаются окружающим также аэрозольным образом. Бубонной чумой заболевают, если патоген попадает в кровь через кожу (как в происшествии на Алтае — либо у мальчика была ранка, либо с убитого животного на него перепрыгнула блоха). Если бактерия проникает аэрозольно, при вдыхании, то заражаются клетки альвеолы и возникает легочная форма болезни, которая значительно опасней. При первично-септической форме чумы заражение тоже происходит через легкие, но здесь инфекция генерализуется практически мгновенно. Именно в этом случае больные могут погибнуть буквально в течение трех–пяти часов после заражения.

— До последнего происшествия на Алтае в России случаи заболевания чумой не были зафиксированы с 1979 года, в то время как на территории соседних государств (Монголии, Китая) они регистрировались достаточно регулярно. С чем связана такая ситуация?



Отличительной особенностью чумных докторов в средневековой Европе являлся особый защитный костюм с оригинальной «носатой» маской, напоминающей клюв птицы. Доктор Шнабель фон Ром («Доктор Клюв Рима»), гравюра Поля Фюрста, 1656 г.

— Это может зависеть от двух факторов: поведения людей и состояния имеющихся природных очагов. С одной стороны, последние у нас могут быть менее напряженными, с другой — меньше плотность населения вокруг них. Также к чести российского, а ранее и советского здравоохранения, стоит сказать, что, начиная с ранних лет советской власти, у нас в стране очень хорошо был поставлен так называемый противочумный контроль. Многие знаменитые сегодня научно-исследовательские институты выросли из противочумных станций. В России сейчас существует вакцина, которая достаточно хорошо защищает от бубонной формы чумы, но не спасает от легочной (другую изобрели в США, но она оказалась не слишком удачной, и ее сняли с производства, сейчас предпринимаются попытки создания генно-инженерной вакцины). Помимо этого, у нас есть хорошая система наблюдений. Очень долго сохранялась осторожность по этому вопросу, которая, наряду с антибиотиками, и помогла победить чуму в стране. Единичные случаи заражения могут быть связаны с тем, что «задышал»

очаг в соседнем регионе, и с животными болезнью попала к нам.

— Республика Алтай начала массовую вакцинацию жителей от бубонной чумы. Есть ли в этом необходимость?

— Я — вообще сторонник вакцинации. Существует целое течение противников этого явления, но мы за свою жизнь каждый день сталкиваемся со множеством аллергенов и иммуногенов, которые так или иначе нас «вакцинируют». Наш организм, собственно, настроен на то, чтобы «встречать» эти молекулы и готовиться к новым встречам с ними. То есть сама по себе идея вакцинации не противоречит нашей природе. Другое дело, что некоторые прививки достаточно тяжело переносятся организмом (допустим, в процессе их приготовления используются какие-то способы инаktivации патогенного микроорганизма). Конкретно противочумная вакцина разработана на основе живого неvirulentного штамма. На мой взгляд, проще привить население, чем ожидать следующих случаев заражения. Сама по себе чума развивается молниеносно, от трех до девяти часов. И если на Алтае уже наткнулись на сурка, который со всей очевидностью переносил это заболевание, значит, в том очаге есть и другие больные животные. Зачем ждать, когда люди с этим столкнутся? Тем более, если есть вероятность, что человек в момент заражения будет находиться далеко от медицинских учреждений и не сможет вовремя обратиться к врачу. Я считаю, очень большая удача, что этого заразившегося чумой ребенка быстро доставили в больницу и болезнь сразу распознали. И родственники, и специалисты сработали очень хорошо, ведь чума сейчас встречается крайне редко, и осторожность у медиков может быть снижена.

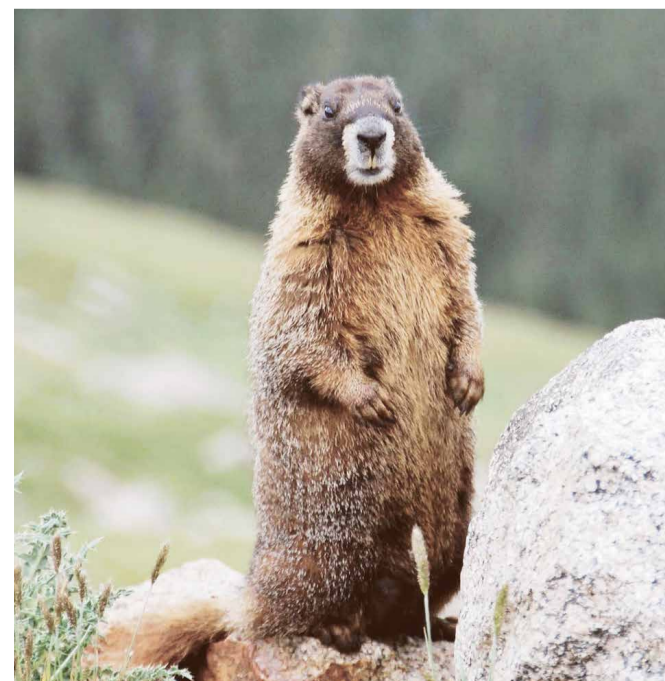
— Иммуитет человека совершенно не способен самостоятельно победить чуму?

— Нет. Известно, что при отсутствии лечения смертность от чумы достигает 95 %. То есть крайне редко, всего лишь в 5 % случаев, происходит самовыздоровление. Однако сейчас всем пациентам вводят антибиотики, а как происходило самоизлечение в древности, неизвестно. Есть предположение, что некоторые люди генетически устойчивы к этой болезни.

— Имеет ли чумка, которой болеют домашние животные, например собаки, что-то общее с чумой и представляет ли опасность для человека?

— Нет. Например, чума свиней вообще вызывается вирусом, а не бактерией, и он очень специфичен — к свиньям, к диким кабанам. То же самое и с чумкой. Это совсем другое царство, и, к счастью, к человеку оно не имеет никакого отношения.

Беседовала Диана Хомякова  
Фото Юлии Поздняковой  
и из открытых источников



Сурки являются естественными переносчиками бубонной чумы

## История одного радара

Стратегический военный объект СССР стал уникальным инструментом сибирских радиофизиков и послужит им еще долго



Андрей Медведев

В конце 1960-х — начале 1970-х годов Советский Союз начал строить систему радиолокационного слежения за угрозой ядерного удара. Ракеты и боеголовки противника требовалось обнаруживать с высокой надежностью и точностью на удалении около 6 000 километров. Один из крупных узлов наблюдения решили разместить на высоких (500 метров над уровнем моря) холмах возле реки Белая в Иркутской области. Создание этого комплекса и его совершенствование, в силу быстрого научно-технического прогресса, шли нога в ногу: не успели построить, оборудовать и ввести в строй, как появляются новые идеи и решения. Сначала предполагалось, что каждый такой узел должен самостоятельно вычислить предполагаемую траекторию вражеской боеголовки. Затем возобладал более надежный комплексный вариант, когда картину ее движения к цели по цепям цифровой связи воссоздает вся система наблюдения. Соответственно, часть радарных центров становилась лишней. Командование начало задумываться — а что с ними делать?

«Как раз в это время, — вспоминает заместитель директора иркутского Института солнечно-земной физики СО РАН по научной работе доктор физико-математических наук **Андрей Всеволодович Медведев**, — наша организация выступает с «предложением, от которого невозможно отказаться»: передать одну военную установку ученым для создания на ее основе радара неогерентного рассеяния (НР). Радар был поставлен на боевое дежурство в 1973-м, а в руки исследователей постепенно переходил в 1980–1990-х годах. До передачи объекта с баланса на баланс нам согласовали его дооборудование своими устройствами: в частности, новый сигнальный процессор был спроектирован и изготовлен в Институте автоматики и электротехники СО РАН».

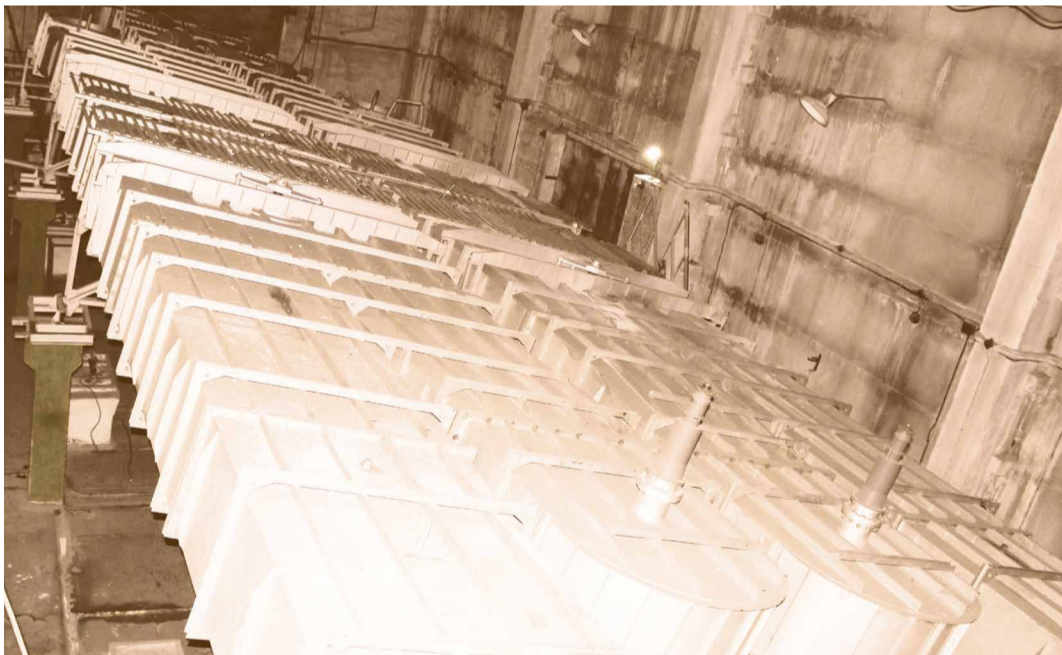
Но кое-что здесь осталось с прежних времен и действует. В эпоху миниатюрнейшей полупроводниковой радиотехники кажутся анахронизмом увесистые (около 20 кг) модуляторно-генераторные лампы в медной оболочке, на которых работают передатчики радара. Но только они способны обеспечить выходную мощность импульса в два мегаватта. Стоит такая «лампочка» около 250 тысяч рублей и производится серийно саратовским НПО «Контакт». При интенсивной эмиссии лампу следует менять через год, на каждом передатчике локатора НР таких стоит три (два передатчика рабочие плюс еще один в горячем резерве). Каждый передатчик потребляет около 200 киловатт входной мощности. Чтобы не «проседала» ЛЭП, электроэнергия накапливается в подземных конденсаторных камерах внушительного объема. А весь радар под Усольем-Сибирским является, без преувеличения, циклопическим сооружением. Длина антенны — свыше 250 метров, высота — 20, раскрытие рупора — 12. Всё изготовлено из металла, это огромная стена с распахнутой в небо крышей. Именно оттуда исходит сигнал в ближний космос: на высоте 200–300 километров ученые проводят эксперименты по совмещению мощных пучков с разными частотами, которыми на выходе можно манипулировать, пользуясь фантастическими размерами антенны.

«Начинка» огромной установки совмещает старые, но надежные силовые элементы с современной электроникой, задействованной на обработку данных. Никто не стал выбрасывать (видимо, рука не поднялась) шкафы со старыми ЭВМ, оставшимися от военных, — залы советского оборудования могли бы стать музеем эпохи «холодной войны»... Но сегодня «мозг» локатора НР занимает даже не полкомнаты, а несколько блоков вокруг рабочего стола. Отсюда, естественно, есть прямая связь с ИСЗФ в Иркутске. Зато

коаксиальные кабели, система водяного охлаждения ламп (для чего на объекте есть «самогонный аппарат» для производства 50 тонн дистиллята, правда, H<sub>2</sub>O), конденсаторы, волноводы и многое другое — массивное, старое, но мощное и эффективное. Передатчики тоже смотрятся архаично: те же шкафы, начиненные «железом» — именно они способны посылать в ближний космос мощнейшие радиоимпульсы. Но наследие военных не только материально. На объекте остались работать некоторые специалисты Минобороны. «Один из наших инженеров, — рассказал заведующий обсерваторией ИСЗФ **Алексей Видневич Заворин**, — это **Виктор Владимирович Литкевич** — подполковник запаса, знает все системы как никто. У него квартира в Евпатории... А он все равно не уезжает. Прикипел».

«Военные использовали радар где-то процентов на 20, и этого было достаточно, — оценивает Андрей Медведев, — просто его возможности были гораздо шире поставленной задачи. Повысив потенциал установки по диагностике космических объектов, мы придали ему функции мощного исследовательского инструмента, который может зондировать ближний космос, ионосферу, наблюдать Солнце в режиме пассивных измерений, мерцание космических радиоисточников». Возможности установки А. Медведев проиллюстрировал на таком примере: объект размером с пятирублевую монету регистрируется на расстоянии 200 километров, а куски космического мусора видны и на 800, и на 1000. «Такая чувствительность нужна для составления моделей фундаментальных процессов, происходящих в космосе, — пояснил ученый. — Мы способны проследить весь путь возмущений, происходящих на Солнце, через их трансляцию сквозь космическое пространство, затем взаимодействие с магнитосферой Земли, с ионосферой и ниже. Это важно для понимания того, насколько и как мы зависимы от процессов, происходящих в солнечной плазме».

Помимо данных, значимых для фундаментальной науки, радарный комплекс позволяет получать сведения о поведении космических объектов. Известна

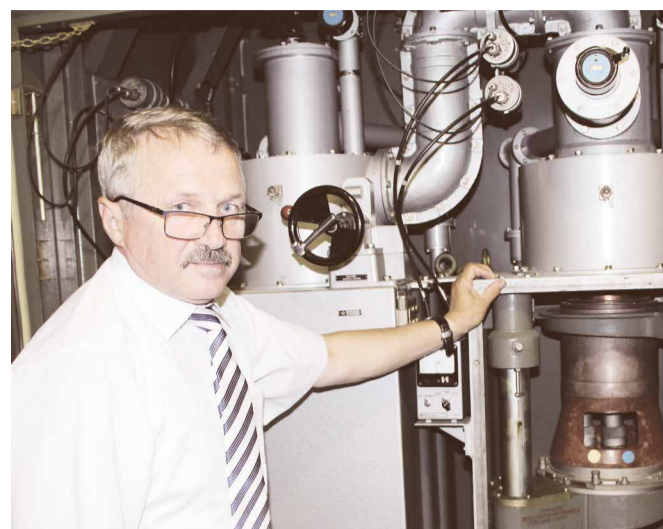


Размер волноводов, передающих сигнал непосредственно на антенну, приближен к длине метровых волн

история, как здесь зафиксировали столкновение двух спутников: американского «Иридиума» и выведенного из эксплуатации «Космоса-2251». Заведующий лабораторией средней и нижней атмосферы ИСЗФ СО РАН кандидат физико-математических наук **Роман Валерьевич Васильев** вспомнил, как это было: «У нас в феврале 2009 года шли плановые наблюдения, мы ни за чем специально не «охотились», в штатном режиме отследили характеристики «Космоса» 9 февраля. Потом проходит некоторое время, и мы фиксируем столкновение и его последствия, рассыпание обломков по орбите, о чем затем шумела пресса».

По мнению Андрея Медведева, ответственность за инцидент лежит на американцах, поскольку на их спутнике был двигатель в рабочем состоянии и запас топлива. Каждое государство обязано управлять своими «живыми» аппаратами — отработанные же становятся пресловутым космическим мусором, за которым тоже следят с радиолокатора НР. У скопищ обломков есть свои высотные пики: больше всего их собирается на орбитах 800 и 1000–1100 километров. Динамику этих скоплений также отслеживают с помощью радара НР.

Еще один эксперимент был поставлен совместно с «Роскосмосом»: объектом наблюдения стали уже отсоединенные от МКС транспортные корабли «Прогресс». Для спуска на нижние орбиты и последующего затопления у них в баках остается топливо. По просьбе ученых транспортники «газовали», проходя над радаром в Усолье, и тем самым позволяли собрать информацию о воздействии импульсов маршевых и ориентирующих двигателей на сигналы, получаемые из околоземного пространства.



Алексей Заворин

Страны, которые располагают такими радарными, имеют мощнейший инструмент изучения ближнего космоса, а в пассивном режиме — и солнечной активности. Всего таких установок 11. Из них большинство находится в США, одна — в России, одна — в Украине (ученые ИСЗФ по сей день контактируют с харьковскими коллегами, но их установка все реже и реже включается из-за недоступности тех же ламп), одна — в Японии, несколько в Европе (на севере Скандинавии), и недавно такую же запустил Китай.

«На базе нашего действующего НР родилась идея создания нового, перспективного радара, — поделился Андрей Медведев, — который должен быть построен в рамках проекта масштаба mega science — Национального гелиогеофизического комплекса РАН. Место для него подобрали, после длительных поисков, в Тажеранской степи на берегу Байкала, вблизи Малого моря и острова Ольхон. Это будет радар такой же импульсной мощности (2МВт), которую увеличивать не надо. Нам важно изучать сложные комбинированные сигналы за более длительные отрезки времени. За счет этого диагностический потенциал нового радара поднимется в десять раз и более». Будущая установка сохранит преемственность в названии: «МСТ-НР», где первые буквы обозначают «мезосфера — стратосфера — тропосфера». На действующем НР высота проникновения сигнала составляет 650–800 километров, а МСТ-НР позволит работать на высотах более 1000 километров. «Это принципиально новая область взаимодействия ионосферы с плазмосферой, — считает А. Медведев, — которую крайне интересно исследовать». Второе принципиальное преимущество нового радара — это нижняя граница его «зрения», которая начинается практически от земной поверхности. Для этого он будет расположен в котловине, вдали от гор, холмов и ущелий.

Первый НР проработает еще минимум 10–15 лет, пока отечественная промышленность продолжит производить для него комплектующие — прежде всего те же лампы. «Два радара будут завязаны на общие программы, — планирует Андрей Медведев, — например, по модификации ионосферы искусственным двухчастотным излучением. Пока же единственный радар-гигант НР постоянно работает в наблюдениях и экспериментах ИСЗФ СО РАН. Одно из его достоинств — чувствительные приемники, позволяющие использовать объект в пассивном режиме, то есть для получения слабых частотных сигналов из космоса. «Для нас особо интересно, как эти излучения модифицируются при прохождении через ионосферу, — отметил Роман Васильев. — Радар позволяет также принимать и анализировать информацию от далеких космических объектов, таких как Солнце, созвездие Лебедя и других».

Смены исследователей работают на радаре от нескольких дней до месяца, всё зависит от программы того или иного эксперимента. ИСЗФ СО РАН потратил немало средств на благоустройство помещений, доставшихся от военных (которым свойственно, мягко говоря, спартанское отношение к быту). Двухместные номера, хороший ремонт. Буфетная, крепкий чай. Огромный радар стоит на вершине огромнейшего холма. Вокруг много ягоды, пошли грибы.

Комплекс охраняют две собаки... и армейский часовой. Несмотря на то, что радар давно стал штатским, формально территория остается в оперативном управлении Минобороны, и солдат проверяет документы.

Андрей Соболевский  
Фото автора

## ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ

## Нанолазеры, интерферирующие РНК и беспилотные автомобили

*В Новосибирске Science Slam уже перестал быть чем-то из ряда вон выходящим. Наверняка многие, читающие эти строки, знают в общих чертах правила: короткие выступления ученых оцениваются публикой. Кто аудитории понравился больше, тот и победил. Однако каждый раз научный бой дает возможность узнать что-то новое из мира современных исследований: интерферирующие ДНК, умные автомобили, наномир и многое другое*

### Индекс Кардашьян

Мероприятие впервые проходило на городской площадке — в Rock City Bar. Уже не первый раз Science Slam начинает приглашенный гость, выступающий вне конкурса. В этот раз им был **Илья Захаров**, научный сотрудник лаборатории возрастной психогенетики Психологического института Российской академии образования.



— Я хотел бы рассказать о повседневности исследователей, их слабостях, о том, как они могут менять то, что сейчас существует. Самая главная социальная слабость ученых не отличается от таковой не ученых: мы тоже сидим много времени в социальных сетях, и это мешает работе. Но всегда можем сказать, что в данный момент мы думаем, а не пребываем в контакте, — говорит Илья.

Для ученого важно иметь высокий индекс цитирования, но оказывается, что статьи можно упоминать не только в научных журналах, как это происходило в XX веке, но и в Twitter тоже. В одной из самых крупных баз научных статей появляются рейтинги, которые показывают сколько человек поделилось материалом в социальных сетях. Само собой, это не то же самое, что публикация в научном журнале: можно найти огромное количество статей не выдающихся в исследовательском плане, но очень популярных в Twitter. Для того чтобы бороться с этой проблемой, ученые придумали специальный индекс, который называется индексом Кардашьян: количество цитирований в социальных медиа поделить на количество цитирований в научном журнале. Если цифра получается высокая, значит человеку нравится заниматься самолюбованием. Однако это не единственное достижение Интернета, есть и полезные применения.

— Одним из первых позитивных моментов Всемирной сети для науки поведения стало появление сайта Mechanical Kirk, биржи, где любой мог заполнить опросник за символическую плату в 50 центов. Это была возможность для ученых сэкономить деньги, а для тех, кто сидит в Интернете и не знает, чем заняться, заработать небольшую сумму. Сейчас исследователи по-другому ищут испытуемых: в прошлом году компания Facebook провела эксперимент с 700 тысячами участников и небольшим количеством ученых. Компания осознанно меняла новости, которые попадали в новостную ленту людей: кто-то получал негативные, кто-то — позитивные; а затем Facebook смотрел, как в зависимости от этого меняются собственные посты испытуемых. Поскольку ни у кого не спрашивали, хотят ли они принять участие в эксперименте, разразился скандал, — рассказывает И. Захаров

Существуют и другие проекты, появившиеся благодаря Сети. Например, люди изучают, как совместный сон в обнимку (без секса) влияет на последующее стремление потреблять глюкозу. Появились краудфандинговые платформы для сбора средств, которые позволяют ученым быть более независимыми от фондов, финансирующих исследования. С 2014 года было опубликовано как минимум 20 статей в рецензируемых журналах с результатами работ за счет полученных таким образом денег.

Еще одна возможность, которую дал Интернет — серьезные научные игры, меняющие всю работу ученого и само понятие научного эксперимента. Речь идет о braingames — они не только позволяют занимать или тренировать ваш мозг, но и служат источником данных. Например, есть такая игра, поиграв в которую две минуты, вы внесете свой вклад в исследование деменции. Еще один вид игр — совмест-

ный с учеными анализ данных, вы можете собирать структуры определенных молекул по заданным правилам или с помощью прохождения лабиринта строить карту мозга в деталях.

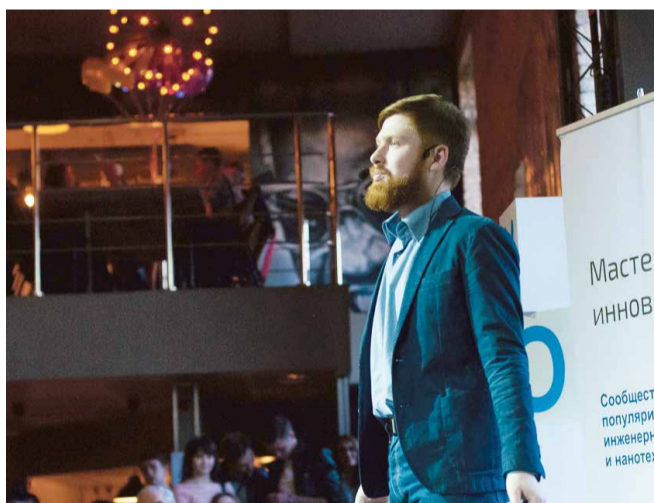
— С помощью этого наука становится более открытой миру и обществу, и каждый способен внести свой вклад в исследования, в XXI веке это становится все проще и проще, — отметил Илья.

### Нанолазеры из золота

Сотрудник Института автоматики и электрометрии СО РАН **Фёдор Бенимецкий** рассказал слушателям о нанопотонике.

— Приставка «нано» обозначает одну миллиардную долю от чего-то, например, нанометр — миллиардная доля метра. Для наглядности сравним это с Транссибирской магистралью: ее длина девять тысяч километров, на таком отрезке мы сможем разместить друг за другом миллиард муравьев, один нанометр — один муравей, — рассказывает Федор. — Для того чтобы изучать мир, ученые придумали свой источник света с уникальными свойствами — лазер, который может концентрировать огромную энергию в одной маленькой точке. Я в своей научной группе занимаюсь экспериментальной реализацией нанолазеров.

Что такое нанолазер? Это частица из золота, диаметром всего лишь 10 нанометров, окруженная пористым стеклом, внутри которого находится молекула красителя. Для любого устройства нужен источник питания, в данном случае — это лазер обычного размера. Если пометить им на частицы, то молекулы красителя тоже начинают светиться. Но поскольку они находятся очень близко к золоту, то часть энергии передают ему, и золото колеблется. С какого-то момента оно делает это настолько сильно, что возвращает часть энергии обратно. И тогда частицы работают как одно целое и светят очень ярко и одним цветом.



Их можно использовать для тераностики — терапии и диагностики — рака. Нанолазеры покрывают специальным веществом, чтобы они попали в раковые клетки. После этого есть два варианта. Первый — осветить снаружи обычным лазером, но не сильно, чтобы в свою очередь клетки с наночастицами стали видны и показали сосредоточение раковой опухоли. Второй — усилить мощность, чтобы разрушить большие клетки.

— Мы сейчас находимся лишь на первом этапе, есть еще множество нерешенных вопросов относительно того, как использовать эту технологию в лечении, — говорит Фёдор Бенимецкий.

### Малая интерферирующая РНК и раковая клетка

Сотрудник Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН **Даниил Гладких** изучает структурно-функциональные закономерности управления свойствами малых интерферирующих РНК и проблемы их доставки. На основе этих малых РНК можно создавать эффективные и селективные ингибиторы экспрессии любых терапевтических генов. Ничего не понятно? На самом деле Даниил придумывает, как можно выключать в раковых клетках гены таким образом, чтобы они погибли.

— ДНК — основа жизни, ее можно представить как огромную городскую библиотеку с 46 залами,

соответствующими 46 хромосомам. В них есть гигантские книги о вещах, нужных нашему организму, самая маленькая из которых содержит 45 миллионов букв. Но книги слишком большие, с ними неудобно работать, поэтому природа создала РНК-молекулы, которые в 1000 раз меньше. Малая интерферирующая РНК состоит из 21–25 букв. Этакая небольшая записулька. Раньше считалось: это — мусор, но потом ученые выяснили, что с ее помощью можно сломать какой-нибудь элемент клетки, — рассказывает Даниил и показывает на своего помощника. — Иван — организм, у которого есть какие-то запросы. Я — клетка, отвечающая на них, даю ему пирожное, он ест. Но тут я перерождаюсь в раковую клетку, и мои ответы на запросы становятся не очень адекватными. Вместо того, чтобы дать пирожное, я кидаю его Ивану в лицо. Можно пытаться лечить последствия — вытереть Ивану лицо салфеточкой. А можно бороться с причиной — раковой клеткой, например с помощью музыкальной контактной терапии (другой помощник бьет Даниила по спине гитарой). Таким образом малая интерферирующая ДНК вырубает плохой ген. Это называется нокдаун, — поясняет Д. Гладких.



На основе процесса нокдауна РНК-интерференции создают противораковую терапию: заставляют замолчать гены, которые ответственны за рост, развитие или устойчивость больной клетки к лекарственным средствам. Однако здесь есть проблема: как доставить молекулу непосредственно в клетку. Это можно сделать с помощью «проводника», например, холестерина. Ученые сделали конструкцию из интерферирующей РНК, холестерина и биолюминесцентной молекулы (для понимания того, попала эта конструкция в клетку или нет) и проверили ее на мышах. Результаты показали, что такая система доставки работает.

### Маленькие самообучаемые машины

Преподаватель гуманитарного факультета НГУ кандидат филологических наук **Екатерина Томас** рассказала о том, как связаны наш мозг и язык.

— Мозг — это одна из нервных систем, которые все похожи друг на друга, например, у круглого червя нервная система тоже есть, но человеческий мозг их все превосходит. Почему? В отличие от того же круглого червя, у нас не триста две нервных клетки, а восемьдесят шесть миллиардов. Каждая из них может соединиться с другими. Всего возможно от 5 до 200 тысяч таких соединений. Кроме того, несмотря на то, что мозг весит всего 2 % от общей массы тела, он потребляет до 25 % всей энергии, — рассказывает Екатерина.

К тому же мозг очень пластичен, это позволяет нам учиться всю жизнь и адаптироваться к любым меняющимся условиям. То есть в отличие от червя, который где рожден ползать, там и будет ползать, мы можем бегать, выучить что-то новое: французский язык, танец или что-нибудь еще. Но поскольку ресурсы организма нужно использовать экономно, в развитии и способности к обучению нашего мозга есть критические периоды. Если взять маленького котенка, зашить ему один глаз, а потом во взрослом возрасте швы снять, то та часть мозга, которая отвечает за зрение этого глаза, не разовьется, потому что не было соответствующего опыта.

При чем тут язык? Чтобы было зрение, нужно иметь опыт смотреть. Чтобы развивать моторику, надо двигаться. А чтобы развить мышление — что нужно? Уметь понимать абстрактные понятия, категоризировать, обнаруживать взаимосвязь элементов в системе, запоминать огромное количество

исключений и многое другое. Это и есть язык. Он является первой сложной системой, которую усваивает ребенок с детства, и она развивает структуры, помогающие затем жить и думать.



— Ребенок может отличить свой родной язык с первых часов жизни. Но отличать — это мало, нужно понимать, что больше похоже и что меньше похоже. И вот мы подходим к идее формирования категорий. Например, маленький ребенок в осознанном возрасте не спутает кошечку пушистую, кошку лысую, кошку желтую, кошку в зеленке — это все кошки. И он не спутает бульдога, сенбернара — это все собаки. И перед тем как учиться делать это на словах, он делает это на звуках. Слова «мать» и «мять» отличается одним звуком. Как вы думаете, в каком возрасте русский ребенок способен отличить безошибочно эти слова? К шести месяцам! Поэтому я предлагаю изучать мышление именно так, чтобы учиться летать у птиц, а учиться учиться — у маленьких самообучаемых машин, — резюмирует Екатерина Томас.

### Когда в Новосибирске появится беспилотный транспорт?

Руководитель стартапа SpectraTek, компании-резидента Новосибирского технопарка, **Артем Попов** продолжил научный бой.



— Современный автомобиль — это уже не просто компьютер на колесах, как многие любят говорить. Это целая сеть компьютеров, например, в BMW около 25 машин, связанных каналом связи, каждый час они обмениваются примерно четырьмя гигабайтами информации. Развитие каналов высокоскоростной передачи данных позволяет создавать беспилотные автомобили уже сейчас, — рассказывает Артем. — Это более безопасный транспорт, который позволит людям освободить руки и меньше нервничать. У меня тоже есть машина, я не люблю ездить за рулем, потому что это изматывает. Чего хотят люди? Они хотят в машине чувствовать себя как дома. И мы к этому стремимся. Мое понимание, понимание моих коллег заключается в том, что сидеть за рулем неприятно, и это не нужно. Водителю хочется расслабиться и доверить управление компьютеру, потому что он хотя бы предскажем. У нас есть эффективные, точные методы контроля работы компьютера, а методов контроля человеческого мозга нет, — считает А. Попов.

Как работают уже существующие беспилотники? У нас есть какой-то автомобиль, он оборудован видеокамерами и радаром, все эти системы генерируют большой объем данных, которые по каналам связи 4G аккумулируются в облако. Вся эта информация собирается на достаточно мощных серверах, где у нейросети компьютера есть возможность обучаться, анализируя эти данные. Затем информация загружается обратно в автомобиль, и после этого он спокойно может вас возить по привычным маршрутам. На сегодняшний момент время обучения составляет 72 часа.

Главная задача, которую необходимо решить для создания беспилотного автомобиля, — распознавание образов. Компания Артема занимается разработкой компонентов беспилотных автомобилей и программного обеспечения, стремясь сделать их более доступными финансово.

— Зачем всё это? Чтобы появилось большое количество команд, молодых специалистов, которые займутся беспилотным вождением. А это, в свою очередь, произведет революцию на рынке. Беспилотные автомобили станут обыденностью. Можете присоединиться к нашей команде, я вас приглашаю, и будет круто, если мы весь Новосибирск заполним беспилотным транспортом, — призывает Артем.

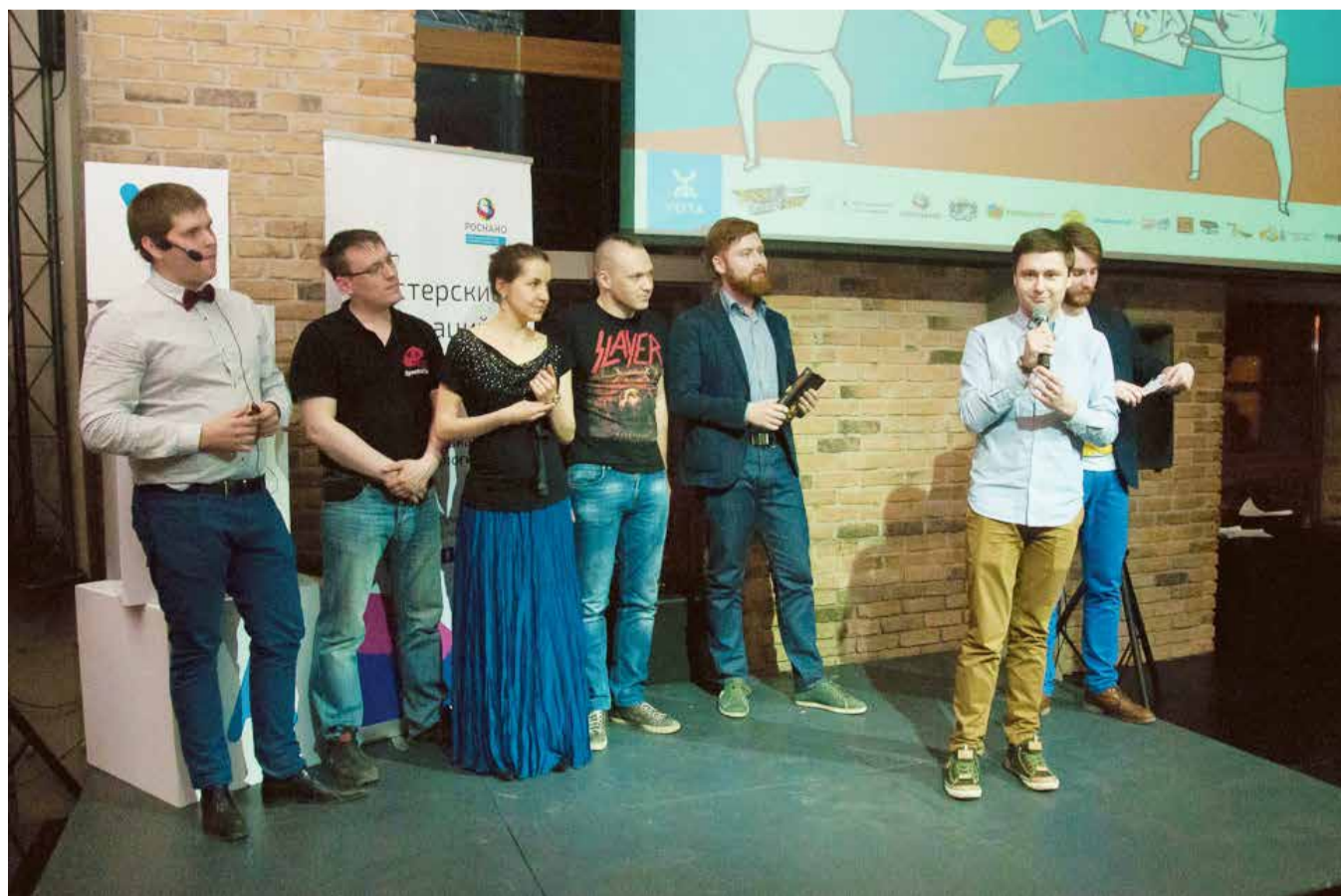
### Найти нормального мужчину в современном мире — нерешаемая задача

Магистрант механико-математического факультета НГУ **Александр Галашов** изучает дискретные экстремальные задачи, индуцированные проблемами искусственного интеллекта.



— Я математик, и мне обидно, что друзья меня не понимают, — начал свое выступление Александр. — Я являюсь экспертом по решению трудно- и нерешаемых задач. Последняя является таковой, если нужно найти максимум либо минимум функции, или нельзя решить за реальное время, то есть быстро. Чтобы стало понятней, давайте рассмотрим пример из жизни: многие девушки мечтают найти идеального мужчину. В ней есть подзадача — найти мужчину. Давайте теперь определимся: кого считать идеальным. Математики бы сказали, что он обладает качественными и количественными характеристиками. По 20-бальной шкале от минус 10 до десяти. И это может быть: умный, заботливый, с чувством юмора, сильный и так далее. Помимо качественных характеристик есть количественные: зарплата в месяц, количество часов, которые он проводит с вами, количество подарков в месяц. Есть качества более важные, чем другие: одним нравятся хорошие парни, а другим — нормально зарабатывающие.

Как только определены характеристики и коэффициент важности, можно посчитать рейтинг для каждого отдельно взятого мужчины. Когда мы это сделаем, сможем их сравнивать между собой,



## ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ

используя математику. Население мира порядка 7 млрд человек, примерно половина среди них — мужчины. Предположим, что каждого вы за неделю проверите — посчитаете степень его идеальности. Семь дней умножаем на количество мужчин и делим на число дней в году, получается: чтобы найти идеального мужчину вам потребуется 67 миллионов лет. Это — труднорешаемая задача, — объясняет А. Галашов.

Чтобы все же ее как-то решить, можно применить эвристический или аналитический подходы. Первое означает — использовать советы и методы, которые хорошо работают на практике. Они дают быстрое решение, но не гарантию на него. Пример этого подхода — женский журнал, советующий, что идеальные мужчины должны подходить по гороскопу и работать в политике. Аналитический подход разделяется на три независимых парадигмы: поиск приближенного решения, поиск подклассов задачи и рандом.

Приближенное решение — мы заведомо говорим себе, что будем искать не идеального мужчину, а нормального, с которым можно жить. Фиксируем набор каких-то качеств и минимальное значение для них: умный — 7, хороший — 5 и зарабатывает 200 тыс. рублей в месяц. Если такой найдется, можно остановить поиск. Есть поиск подклассов задач — мы смотрим не всех мужчин, а только тех, которые, скажем, живут в России, учатся на втором курсе магистратуры ММФ. Нам всего лишь нужно проверить всех таких мужчин и найти идеального среди них. Третий и самый интересный подход — рандом. Можно математически доказать, если мы зафиксируем  $N$  случайных мужчин со всего мира, то вероятность того, что среди них найдется такой, который отличается от идеального всего лишь на  $\varepsilon$ , стремится к 100 %.

— Давайте теперь поговорим о математике. Мы не используем термин «идеальный мужчина», мы говорим «множество поиска». Мы оперируем характеристиками: критерий, метод поиска, алгоритм поиска. Труднорешаемых задач много в логистике, например, в крупных аэропортах с большим количеством посадочных полос. Так что математика — вполне практическая вещь, — говорит Александр.

Победителем Science Slam по результатам зрительского голосования стал Даниил Гладких, рассказавший про интерферирующую РНК.

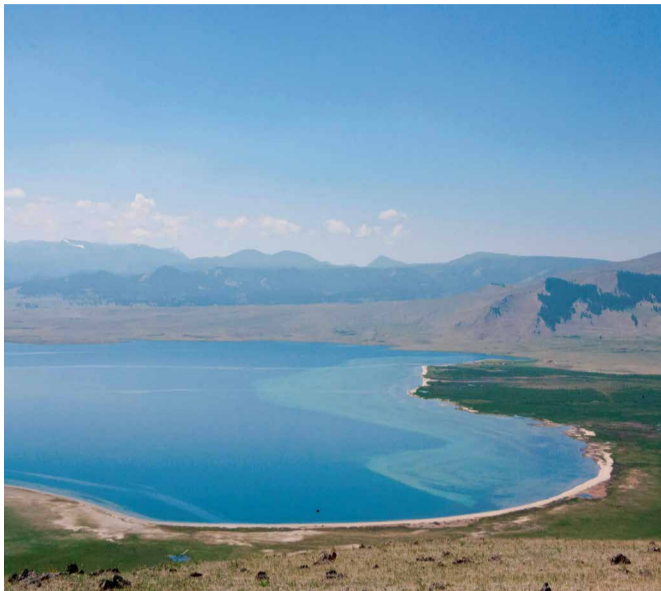
*Мероприятие состоялось в рамках Городских дней науки-2016. Партнерами события стали федеральный оператор беспроводной связи Yota, программа «Мастерские инноваций» Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО, мэрия города Новосибирска, Rock City Bar, Академлаб, компания ExraSoft, компания АТАПИ Софтвр, Фестиваль науки EUREKA!FEST, научное кафе «Эврика!», тренинг-проект «Ближе к делу», Фотоклуб НГУ, видео-проект «Чуть-чуть о науке», магазин-салон «Белка».*

Подготовила **Юлия Позднякова**  
Фото **Алексея Зырянова**

## ВЫБОР РЕДАКЦИИ

## Ветра и солнца брат

*Романтический ореол окружает ученых самых разных направлений — иногда он исчезает и появляется, что связано с эпохой, иногда объясняется загадками и тайнами той сферы знания, в которой трудятся исследователи. Однако, пожалуй, самая стабильная в плане романтизации ее окружающими профессия — геолог. И немалую роль в формировании такого имиджа сыграли великолепные научно-популярные книги*



«Путешествуя в Азии, ночуя в чужих домах...», — стихотворение блистательного Иосифа Бродского вполне могло бы стать эпиграфом к трудам академика Владимира Обручева, геолога и путешественника, обладавшего незаурядным писательским талантом. Правда, нужно отметить, что у Обручева общая тональность книг «В дебрях Центральной Азии» и «От Кяхты до Кульджи: путешествие в Центральную Азию и Китай» все-таки позитивнее, чем поэтический вариант нобелевского лауреата.

Эти два произведения академика Обручева достаточно сложно классифицировать жанрово: тут и этнографические заметки, и описания окружающей природы, и диалоги с теми, кто встречался на пути геолога, и, конечно, научно-популярные моменты — по сути, это литературно обработанные полевые дневники. Читаются они на одном дыхании — и дают полное, всеобъемлющее представление о том, каково это: быть полевым исследователем, структурировать и описывать то, что наблюдаешь, чертить карты и делать научные выкладки, но не забывать фиксировать практически всё, тебя окружающее.

В каждой главе читателя ждет масса информации. Например, вот начало одной из частей: «Из г. Баоцзисянь в долине р. Вэйхэ Восточный Куэнлунь, или Цзиньлиншань, представляется путешественнику в виде сплошной массы высоких гор с острыми зубчатыми и плоскими конусо- и куполообразными вершинами, на которых снег виден только в холодное время года. Эти горы составляют восточное продолжение той огромной горной системы Куэнлуна, которая из области Памира протягивается по южной окраине бассейна р. Тарима в Китайском Туркестане, отделяя его от высокого нагорья Западного Тибета, затем ограничивает с юга солончаки и равнины пустынного Цайдама, протекает через верховья Желтой реки в Восточном Тибете и, наконец, вступает в собственно Китай, где отделяет южные провинции от северных». Далее этнографические зарисовки: «У китайцев вообще мало праздников: они не различают дней недели, а только дни лунных месяцев. Хотя 1-е и 15-е число каждого месяца считается праздником, но эти праздники соблюдают только ямьни чиновников, а школы, лавки и фабрики с ними не считаются. Зато первые две недели нового года празднуются и дают отдых за весь год». Наконец, сугубо профессиональные заметки: «Этот золотосодержащий район имел своеобразный характер: золото содержалось здесь в красных третичных отложениях, с которыми мы уже встречались в Восточном Наньшане, на окраине Цайдама, возле Ланьчжоу и в долине р. Сининхэ, но там эти отложения не содержали золота, и было очевидно, что здесь, на высоком водоразделе между реками Хыйхэ и Хуншуй, они получили россыпное золото из размытых более древних пород, что подтверждалось и мелкостью золота. Но золотоискатели добывали и промывали не третичные отложения, а еще более молодые четвертичные галечники, которые получали золото при размытии третичных; при этом, вероятно, происходила концентрация золота, т.е. получались несколько более богатые россыпи».

Всё это сплетается в удивительной красоте полотна, каждый фрагмент узора которого можно

рассматривать бесконечно, и лучше всего читать путевые заметки Обручева с картой наготове: отмечать маршрут и соотносить с ним территории и отдельные точки. Описание труда геолога настолько захватывает, что очень хочется сложить рюкзак и отправиться в поле: отбирать образцы, наблюдать обнажения и переключать страницы дневника эндемичными цветами и травами.

Еще одна книга, посвященная геологическим изысканиям, зовет не меньше — но теперь уже на далекий север. «Территория» Олега Куваева считается производственным романом, однако науки, фундаментальной и прикладной, там тоже хватает. Язык повествования суше, чем обручевский, тем не менее картины ежедневного, порой каторжного, рутинного труда очень точно сбалансированы авторскими ремарками о сути работы геолога. Квинтэссенцией служит заключительный абзац романа, где есть такие слова: «...Если была бы в мире сила, которая вернула бы всех, связанных с золотом Территории, погибших в маршрутах, сгинувших в «сучьих кутках», затерявшихся на материке, ушедших в благополучный стандарт «жизни как все», — все они повторили бы эти годы. Не во имя денег, так как они знали, что такое деньги во время работы на Территории, даже не во имя долга, так как настоящий долг сидит в сущности человека, а не в словесных формулировках, не ради славы, а ради того непознанного, во имя чего зачинается и проходит индивидуальная жизнь человека». Звучит романтично, но это правда: ведь «Территория» полудокументальна — практически каждый герой имеет своего реального прототипа — и жизнь этих людей вполне подтвердила подобные максимы.

Сюжет романа можно пересказать в одном предложении: «Геолог убежден, что на Территории есть золото, и в конце романа его находит». Однако за этой короткой фразой стоит невероятный, изматывающий, но приносящий высшее удовлетворение от работы, кусок жизни, посвященной геологии, и только ей. Разные люди трудятся во имя решения одной задачи, объединяющей их в одно целое, проверяющей на «вшивость» и в итоге показывающей, кто чего стоит. Негромкий, несмотря на пафос (который абсолютно уместен!), подробный, внимательный к мелочам, но от этого ставший лишь увлекательнее, рассказ Олега Куваева — пожалуй, лучшее, что дала советская производственная литература.

Наконец, самый романтичный из геологов и самый геологичный из романтиков — академик Александр Ферсман. Его взаимоотношения с минералами позавидуют даже влюбленные: мало кто способен так восхищаться и столь нежно описывать неживую природу. Впрочем, если прочесть всё научно-популярное наследие Ферсмана, то станет понятно — он никогда не относился к нашей планете и веществам, составляющим ее поверхность, как к неживым. В книге «Рассказы о самоцветах» это чувствуется даже по названию: не достаточно сленговое из уст геолога «камни», не сухие «минералы»

— самоцветы — слово, заставляющее вспоминать всю поэзию, связанную с ними.

«Красным самоцветом не богата русская природа: наша страна может гордиться своими зеленоватыми камнями, золотистыми демантоидами, ярко-зелеными изумрудами и бархатным нефритом; прекрасны ее голубые аквамарины, золотистые топазы и прозрачные, как слеза, тяжеловесы, но красных камней мало дарила русскому человеку чуждая красок юга суровая северная природа», — эти слова Ферсмана читаются как проза в стихах, они завораживают, за ними, словно за сказочным волшебным клубком, идешь дальше и дальше. Удивительно — Александру Евгеньевичу практически идеально удается переход от художественности к научной терминологии. Вот, например, что автор пишет о сапфире: «Один сапфир являлся настоящим синим самоцветом — нет, не «сапфейрос» греков, который они описывали в своих трактатах, а настоящий сапфир современной минералогии со всем спокойствием его синего тона, со всей чистотой и красотой сверкающего камня». И далее, с элегантно, непринужденно: «Сапфир рождается из расплавленных гранитных магм. Там, где кипят они, насыщенные летучими парами; там, где прорываются последние гранитные расплавы в окружающие породы, — там рождается сапфир на границах гранитов и серых известняков, превращенных их дыханием в мраморы. Вот почему его всегда находят в древних гнейсах, переслаивающихся с кристаллическими мраморами и прорванных более молодыми гранитами и жилами их пегматитов».

Читая эту книгу, понимаешь, насколько в хорошем смысле слова заразна любовь, а уж сердечная склонность выдающегося человека, который может о ней рассказать — заразна вдвойне. Ферсман объясняет сложные вещи настолько наглядно и увлекательно, что не успеешь оглянуться, как оказываешься втянут в россыпи слов и минералов.

Геологи могут сколько угодно говорить о том, что их профессия порой лишена всякого романтизма — узкоспециальные задачи, изматывающие времена экспедиции, строгие измерения и факты. Тем не менее каждый раз, когда открываешь научно-популярные книги об этой сфере знаний — или слушаешь рассказы — веришь: каждый геолог или геофизик и сам не до конца убежден в исключительной обыденности выбранной специальности. Владимир Обручев идет по Азии, Александр Ферсман крутит в руках особенный минерал, а золотоискатель Чинков отстаивает свою точку зрения на перспективную провинцию. Повседневный труд, как осадочные породы на коренных, лежит на отголосках, эхе той самой профессиональной романтики. Впрочем, так и должно быть. И есть. И, наверное, будет.

Екатерина Пустолякова  
Фото Юлии Поздняковой (озеро Хубсугул, Монголия)  
и из открытых источников (к/ф «Территория»)


**Наука в Сибири**

УЧРЕДИТЕЛЬ — СО РАН

Главный редактор Елена Трухина

 ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ  
«НС» в НОВОСИБИРСКЕ!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9.00 до 18.00 в рабочие дни (Академгородок, пр. Ак. Лаврентьева, 17)

Адрес редакции: Россия, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 17. Тел./факс: 330-81-58.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. При перепечатке материалов ссылка на «НС» обязательна

Отпечатано в типографии ОАО «Советская Сибирь» Новосибирск, ул. Н.-Данченко, 104. Подписано к печати 20.07.2016 г. Объем 2 п.л. Тираж 1500. Стоимость рекламы: 65 руб. за кв. см. Периодичность выхода газеты — раз в неделю

Рег. № 484 в Мининформпечати России

Подписной инд. 53012 в каталоге «Пресса России» Подписка 2016, 2-е полугодие, том 1, стр. 143

E-mail: presse@sbras.nsc.ru © «Наука в Сибири», 2016 г.