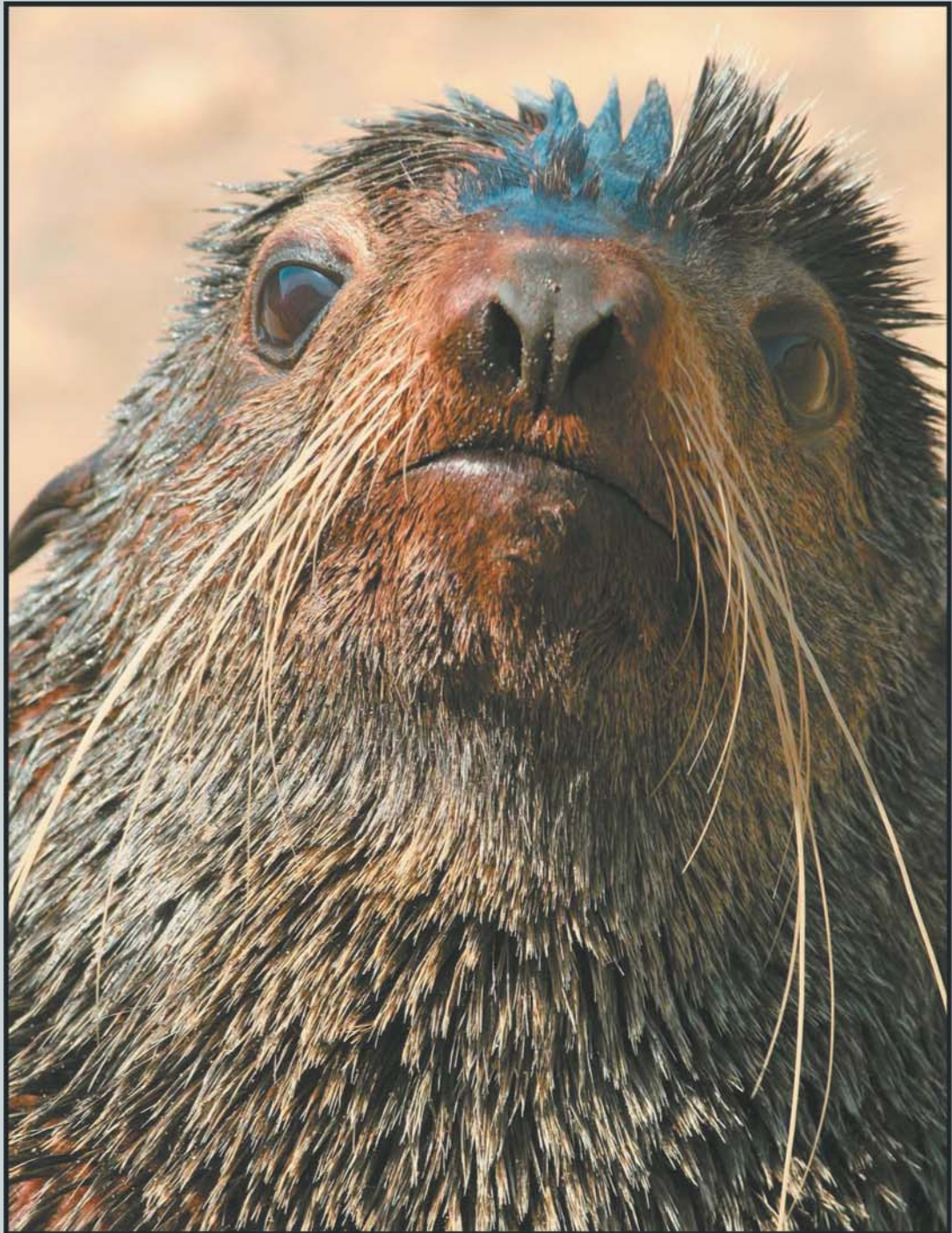


ПРИРОДА

6 08



В НОМЕРЕ:

3 Розанов Н.Н.
Невидимость: за и против
 Воплотится ли наяву давняя мечта человека о шапке-невидимке? Для этого нужно, чтобы скрываемый объект рассеивал и поглощал свет так же, как окружающая среда. На помощь здесь могут прийти новые технологии создания метаматериалов и наноструктур.

11 Федоров В.Е., Миронов Ю.В., Наумов Н.Г.
Мир незастывших форм
 Соединения, содержащие кластеры из атомов металла, уже перестали быть редкостью, о них накоплена масса любопытнейшей информации, их химия сложна, разнообразна, непредсказуема.

20 Калейдоскоп
 Как Англия была изолирована (20). Чей вклад в повышение уровня океана больше? (20). Изучаются горы Гамбурцева (20). Робот-водомерка (20).

21 Боруцкий Б.Е., Урусов В.С.
Нарушения принципа «бритвы Оккама» в современной минералогии
 Почему в наше время происходит взрывное увеличение числа минеральных видов и что мешает исследователям использовать наряду с понятием минеральный вид такие понятия, как его разновидности?

33 Вести из экспедиций
Трухин А.М.
Остров Райкоке и его обитатели
Сарана В.А.
Ледники туманных гор (43)

54 Заметки и наблюдения
Свиточ А.А.
Обвалы на Маныче

Биография современника
56 «МЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ МУДРЫМИ И ДОБРЫМИ»

Вепринцев Б.Н.
Ноев ковчег XX века (57)

Хохлов А.М.
Уникальный комплекс приборов (62)

Брежестовский П.Д.
Через призму Вепринцева (66)

Резонанс
73 Богданов Н.Н.
Такие разные мыши

76 Новости науки
 Планеты в планетарных туманностях (76). Гамма-всплеск, на который стоило посмотреть. **Вибе Д.З.** (76). Позитроны предпочитают одну половину Галактики (77). Новый мезон, открытый коллаборацией «Belle» (78). Дробный спин (78). Спутниковый мониторинг — к Олимпиаде-2014 (78). Где кормятся атлантические кожистые черепахи? (79). Методы изотопного датирования (80). Грязевые вулканы Южного Каспия миллионы лет назад (81). Панарктическая ледовая дрейфующая экспедиция (81). Вековые колебания петербургского климата. **Померанец К.С.** (83). Самый мелкий птерозавр (83). **Коротко (10)**

Рецензии
84 Сорокина М.Ю.
Востоковедение
 (на кн.: В.Н.Усов. Советская разведка в Китае: 30-е годы XX века)

87 Новые книги

Встречи с забытым
89 Голынская О.А., Минина Е.Л.
Промышленник и меценат Сибири

CONTENTS:

3 **Rozanov N.N.**

Invisibility: Pro and Contra

Will an ancient human dream about cap of darkness came true? To achieve this, the object to be concealed should diffuse and absorb light like the ambient surroundings. The new technologies of making meta-materials and nanostructures can help here.

11 **Fedorov V.E., Mironov Yu.V., Naumov N.G.**

The World of Non-frozen Forms

Compounds containing clusters of metal atoms already ceased to be rarities, a lot of intriguing information about them has been accumulated, and their chemistry is complex, diverse and unpredictable.

20 **Kaleidoscope**

How England Became Isolated (20). Whose Contribution to Raising of Ocean Level Is Bigger? (20). Gamburtsev Mountains Are Explored (20). Robotic Pond-skater (20).

21 **Borutzky B.E., Urusov V.S.**

Violations of «Occam's Razor» Principle in Contemporary Mineralogy

Why nowadays the number of mineral species grows explosively and what impedes researchers to use along with notion of mineral species such notions as its varieties?

News from Expeditions

33 **Trukhin A.M.**

Raykoke Island and Its Inhabitants

Sarana V.A.

Glaciers of Misty Mountains (43)

Notes and Observations

54 **Svitoch A.A.**

Landslips at Manych

Biography of Our Contemporary

56 «WE MUST BE WISE AND KIND»

Veprintsev B.N.

Noah's Arc of 20th Century (57)

Khokhlov A.M.

An Unique Complex of Instruments (62)

Brezhestovsky P.D.

Through the Prism of Veprintsev (66)

Resonance

73 **Bogdanov N.N.**

So Different Mice

76 **Science News**

Planets in Planetary Nebulas (76). Gamma-burst Worth to Observe. **Wiebe D.Z.** (76). Positrons Prefer One Half of the Galaxy (77). New Meson Discovered by Belle Collaboration (78). Fractional Spin (78). Satellite Monitoring – to Olympic-2014 (78). Where Atlantic Leather-backs Are Feeding? (79). Methods of Isotopic Dating (80). Mud Volcanoes of Southern Caspian Sea Millions Years Ago (81). Pan-Arctic Glacial Floating Expedition (81). Secular Oscillations of Petersburg Climate. **Pomeranets K.S.** (83). The Smallest Pterosaur (83).

In Brief (10)

Book Reviews

84 **Sorokina M.Yu.**

Oriental Studies

(on a book: V.N.Usov. Soviet Intelligence in China: 1930s)

87 **New Books**

Encounters with Forgotten

89 **Golynskaya O.A., Minina E.L.**

Industrialist and Patron in Siberia

Невидимость: за и против

Н.Н.Розанов

Возможность невидимости давно интересовала человечество, свидетельством чему служат различные легенды, сказки и научная фантастика о призраках, «плаще-невидимке» и «человеке-невидимке». Воплощение подобных идей в наше время — уже не фантастика, прежде всего благодаря прогрессу в технологиях изготовления (лучше сказать — конструирования) материалов с необычными и заранее заданными свойствами — метаматериалов и наноструктур. В прессе и в Интернете уже можно встретить весьма смелые проекты, вплоть до создания невидимого автомобиля. Однако, как пояснял Х.К.Андерсен в «Новом платье короля», не всем проектам в области видимости и невидимости следует доверять. Попробуем разобраться с принципиальными ограничениями и реальным положением дел в этой области. Но сначала следует определиться с терминологией — что можно и что нельзя считать невидимым.

Видимо-невидимо

Для оптического обнаружения объекта необходимо заметить различие в распределении светового излучения в двух случаях — при наличии объекта и в его отсутствие. То же относится и к радиоволнам, принадлежащим, как и световые волны, к электромагнитному излучению. Тем самым идеально невидимый объект не должен рассеивать электромагнитное излучение в диапазоне длин волн, регистрируемом наблюдателем на уровне интенсивности, превосходящем уровень шума. При активном обнаружении (например, с помощью радиолокационной станции) имеется специальный источник излучения, который связан с наблюдателем. При пассивном обнаружении источник излучения внешний, не зависящий от наблюдателя. Опять же при идеальной невидимости объект не должен рассеивать излучение в любом направлении.

Невидимость не следует смешивать с невозможностью распознавания объекта при его маскировке. Так, «волка в овечьей шкуре» нельзя, очевидно, называть невидимым. Удивительные примеры маскировки (мимикрии) в животном мире приводятся в [1]. Распространенные в военном деле дымовые завесы и маскировочные сети также не

относятся к предмету данной статьи.

Иногда к невидимым причисляют объекты, чаще всего самолеты, при создании которых использованы технологии стелс (от англ. *stealth* — уловка, скрытность). Обычная здесь стратегия — снижение уровня отражения радиосигналов за счет выбора формы объекта, применение радиопоглощающих покрытий и перераспределение остаточного рассеянного излучения в узкие сектора в направлениях, где наблюдатель отсутствует (лучше всего вверх; еще одно специфическое требование связано с необходимостью минимизации инфракрасного излучения струй реактивных двигателей). Один из сравнительно дешевых вариантов — «обволакивание» объекта слоем плазмы, производимой специальным генератором плазмы. Однако и здесь есть ограничения. Прежде всего, просто невозможны покрытия, полностью поглощаю-



Николай Николаевич Розанов, доктор физико-математических наук, заведующий теоретическим отделом Государственного оптического института им.С.И.Вавилова (Санкт-Петербург), профессор Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. Область научных интересов — физическая и нелинейная оптика, лазерная физика, физика солитонов. Лауреат премии им.Д.С.Рожественского РАН (2007).

щие электромагнитное излучение. Действительно, коэффициент отражения на границе раздела двух сред пропорционален дроби, числитель которой — разность характеристик (показателей преломления и коэффициентов поглощения) в двух граничащих средах, а в знаменателе — их сумма. Поэтому при увеличении поглощения в маскирующем покрытии коэффициент отражения приближается к 100%. Это отвечает нашим повседневным наблюдениям, что ровная поверхность металла (поглощение излучения оптического диапазона в котором весьма велико) — очень хорошее зеркало. Другое ограничение связано с тем, что перераспределение остаточного рассеянного излучения оказывается неэффективным, если обнаружение осуществляется не одним наблюдателем, а их разветвленной сетью.

Здесь мы будем говорить только о макроскопических объектах, состоящих из большого числа атомов или молекул. Даже если допустить существование гипотетических материалов, полностью поглощающих любое падающее на них излучение (что, как уже указывалось, для электромагнитного излучения невозможно, но здесь этот аспект непринципиален), то, тем не менее, объект из такого материала не будет невидимым — можно обнаружить его тень, или провал в распределе-

нии интенсивности излучения по сравнению с имеющимся в отсутствие объекта. Наблюдая форму тени такого объекта при его освещении при различных направлениях излучения, можно даже восстановить форму объекта. Тем самым, для «идеальной невидимости» необходимо, чтобы объект не только не рассеивал, но и не поглощал излучение. Более строго, рассеяние и поглощение излучения в материале объекта должны быть точно такими же, как в окружающей среде. Но для ограниченных расстояний, например в воздухе, рассеяние и поглощение оптического излучения пренебрежимо малы! Есть ли выход из этого тупика?

Парад невидимок

Прежде всего напомним, что невидимость в оптике известна и уже сравнительно давно используется практически. Так, одной из первых важнейших задач, решавшихся в созданном в 1918 г. в Петрограде Государственном оптическом институте, было создание отечественного оптического стекла. Для этого требовалось, в частности, быстрое определение его показателя преломления без сложной традиционной процедуры обработки поверхности образца. Предложенный И.В.Обреимовым метод состоял в следую-

щем [2]. Исследуемое стекло измельчалось до крупинки размером около 0.5 мм и помещалось в кювету с плоскими стенками. Если затем налить в кювету какую-либо жидкость, то проходящий через кювету пучок света будет сильно рассеиваться из-за резкой неоднородности показателя преломления среды. Однако рассеяние исчезает, если жидкость обладает ровно тем же показателем преломления, что и стекло. Подобрать такую жидкость можно, смешивая, например, бензол с сероуглеродом. Соответственно, показатель преломления стекла определяется концентрацией смешиваемых жидкостей (когда известны их показатели преломления). Подобная *невидимость прозрачности* (рис.1,а) также имеет некоторые ограничения. Так, вследствие различия частотной дисперсии (зависимости показателя преломления от частоты или длины волны излучения) стекла и жидкости невидимость нарушается при изменении длины волны, в связи с чем излучение-«измеритель» должно обладать узким спектром. Тот же тип невидимости и у «человека-невидимки» Г.Уэллса. В природе почти невидимы медузы, показатель преломления которых близок к показателю преломления воды (значительную часть их объема заполняет так называемая *мезогляя*, студенистое вещество, сильно — до 97.5% —

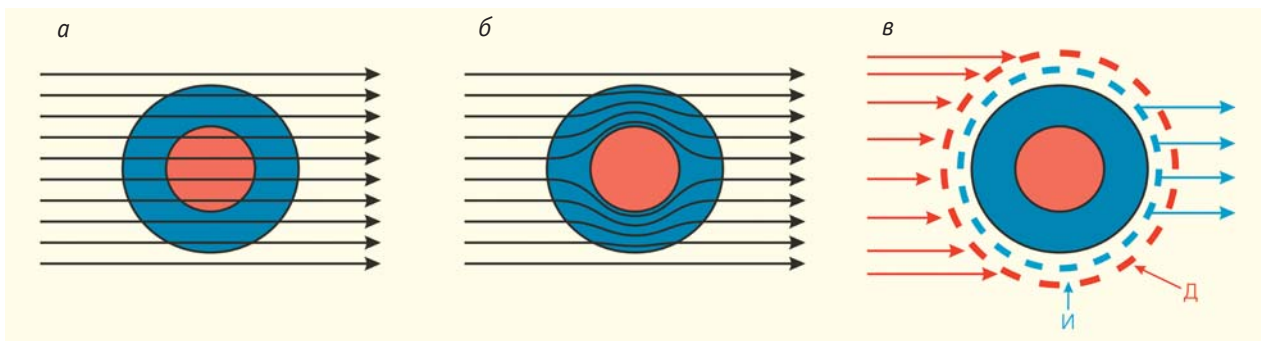


Рис.1. Типы невидимости. Невидимость прозрачности: излучение проходит через объект так же, как через среду в его отсутствие (а); невидимость обтекания: излучение огибает объект по оболочке, не попадая внутрь него (б); активная невидимость: излучение регистрируется датчиками Д, после обработки данных излучатели И генерируют такое излучение, которое совпадает с имеющим место в отсутствие объекта (в).

насыщенное водой). Существенно и то, что в этом варианте требуется совпадение показателя преломления окружающей среды и объекта во всем его объеме, что, очевидно, нелегко реализовать для произвольного маскируемого объекта.

Другой вариант невидимости, которую можно назвать *невидимостью обтекания*, иллюстрируется сказочным «плащом-невидимкой». Падающее на оболочку-«плащ» излучение должно «обтекать» его, восстанавливая после обтекания распределение интенсивности и волнового фронта независимо от свойств скрывающегося под «плащом» объекта (рис.1,б). Последнее означает, что «плащ» должен быть «безразмерным», то есть подходить к объектам с различными оптическими свойствами. В этом варианте исходная проблема заменяется следующими двумя. Во-первых, надо обеспечить невидимость уже не объекта, а «плаща». Во-вторых, необходимо предотвратить проникновение излучения внутрь объекта (в противоположность первому варианту). Технически проблема переносится на конструирование «плаща» с использованием современных метаматериалов, к которым мы обратимся чуть позже.

Вариант *«активной невидимости»* обсуждался в работе [3]. В нем на окружающей скрываемый объект поверхности с одной стороны располагаются датчики излучения, а с другой — излучатели (рис.1,в). С помощью датчиков определяются характеристики падающего на поверхность излучения. Затем после обработки этой информации вычисляются характеристики полей для генерации излучателями волн, которые дали бы такое же распределение поля вне объекта, которое было бы в отсутствие объекта. Такой подход, по-видимому, мог бы иметь право на существование в случае акустических волн со сравнительно малой скоростью распространения. Однако в оптиче-

ской области и применительно к коротким импульсам зондирующего объект излучения реальность воплощения схемы столь проблематична, что мы не будем обсуждать этот вариант далее.

Еще два варианта невидимости обсуждаются в обзоре [4]. Первый из них основан на использовании оболочки с меньшей диэлектрической проницаемостью, чем у объекта. Тогда можно добиться того, чтобы суммарный дипольный момент — сумма произведений смещения зарядов под действием поля на величину заряда — объекта и оболочки обратился в нуль. Из-за этого мощность рассеиваемого излучения заметно уменьшится, но сохранение мультипольного излучения не позволяет говорить о полной невидимости. Другими недостатками данного варианта служат ограничение размера объекта микроскопическими значениями и необходимость подбора оболочки в зависимости от характеристик скрываемого объекта. Второй вариант требует расположения объекта вблизи поверхности цилиндрической «суперлинзы», изготовленной с применением метаматериалов с отрицательным показателем преломления (см. ниже). Мы не будем далее обсуждать эти варианты ввиду их ориентированности на конкретный скрываемый объект и, тем не менее, невозможности идеальной невидимости.

Классическое рассеяние света

Поскольку рассеяние электромагнитного излучения играет определяющую роль в проблеме невидимости, следует остановиться на этом вопросе подробнее. Вообще говоря, виды рассеяния излучения весьма многообразны, так что здесь мы ограничимся только классическим рэлеевским, или упругим (без изменения частоты излучения) рассеянием на неоднородностях

сплошной среды. Пусть на среду падает считающаяся теоретиками плоская монохроматическая световая волна, приблизиться к которой реально в случае широкого пучка высокостабилизированного лазерного излучения. Быстрые (с оптической частотой) колебания электрической напряженности поля в волне возбуждают вынужденные колебания частиц среды, главным образом электронов, которые связаны с ядром и вместе образуют диполи. В свою очередь, каждый колеблющийся диполь будет излучать световые волны с той же частотой, но распространяющиеся в различных направлениях. В однородной среде с равномерным распределением диполей их суммарное излучение будет совпадать с исходной плоской волной (правда, изменится ее фазовая скорость), что объясняет, в частности, прямолинейность распространения света в среде. Однако в неоднородной среде полной компенсации волн с различными направлениями распространения не происходит, и это означает рассеяние излучения.

Интенсивность излучения возьмем небольшой, так что вносимые им изменения оптических свойств среды несущественны (область линейной оптики). Кроме того, будем считать среду стационарной (с не зависящими от времени характеристиками). Тогда справедлив так называемый принцип суперпозиции, согласно которому произвольный пакет излучения можно разложить на совокупность плоских монохроматических волн, распространяющихся в среде независимо друг от друга. Поэтому рассеянное излучение при возбуждении пакетом является простым наложением (с учетом фазовых соотношений) уже известного нам рассеянного излучения отдельных плоских волн. Оптические свойства среды характеризуются зависящими от координат \mathbf{r} диэлектрической $\epsilon(\mathbf{r})$ и магнитной $\mu(\mathbf{r})$ проницаемостями.

Для естественных оптических сред в оптическом диапазоне длин волн магнитная проницаемость близка к единице. Если среда изотропна, ϵ и μ не зависят от направления распространения излучения. Но такая зависимость имеется для анизотропных сред, например, кристаллов, и тогда ϵ и μ становятся тензорами (см. ниже). Наконец, ϵ и μ вещественны для непоглощающих сред. Показатель преломления вводится соотношением $n = \sqrt{\epsilon\mu}$, и при положительных ϵ и μ здесь берется арифметическое значение квадратного корня, $n > 0$. Коэффициент поглощения зависит от мнимых частей ϵ и μ , обращаясь в нуль при вещественных положительных проницаемостях.

Как установил Л.С.Мандельштам в 1907 г., в сплошной среде с пространственно постоянными оптическими характеристиками свет не рассеивается, для рассеяния необходимо нарушение оптической однородности [2]. В изотропной среде речь может идти о неоднородностях показателя преломления и коэффициента поглощения. А в анизотропных средах, в которых оптические свойства среды разные для разных направлений распространения света, добавляется неоднородность ориентации молекул (микрочастиц) среды. Другие виды неоднородностей, например флуктуации температуры или плотности среды, будут приводить к рассеянию постольку, поскольку они сопровождаются неоднородностями показателя преломления. Отметим, что хотя на микромасштабах среда резко неоднородна и состоит из отдельных микрочастиц размеров, сопоставимых с расстояниями между ними, в целом среда не рассеивает излучения с длинами волн, значительно превышающими размеры микрочастиц. Другими словами, можно сказать, что неоднородности усредняются по объемам с линейными размерами, меньшими длины волны излучения.

Крушение идеалов

Возможна ли идеальная невидимость в указанном выше смысле? Давайте даже ослабим наши требования, заключив с наблюдателем джентльменское соглашение о работе только на одной фиксированной длине волны излучения (монохроматическое излучение). Пусть прозрачный (без поглощения) объект конечных размеров расположен в вакууме (или, в хорошем приближении, в воздухе). На него падает плоская монохроматическая волна, для которой наблюдатель не должен зарегистрировать рассеянное излучение. Спрашивается, возможно ли это при произвольном направлении падения волны?

В работе [5] такая задача решалась в рамках так называемого первого борновского приближения (показатель преломления внутри объекта $n(\mathbf{r})$ всюду мало отличается от единицы), хотя результат имеет существенно большую область применимости. Ответ следующий. В общем случае рассеянное излучение может отсутствовать только для конечного числа направлений падения волны. Если же требовать его подавления для любого направления, то это возможно, только если

$$n(\mathbf{r}) = 1. \quad (1)$$

Это означает, что показатель преломления по всему объему объекта должен совпадать с показателем преломления окружающей среды (в данном случае вакуума), что отвечает невидимости прозрачности. Второй тип — невидимость обтекания — строго говоря, невозможен, причем даже в облегченных условиях чисто монохроматического излучения.

То, что рассеяние (включая отражение в обратном направлении) может отсутствовать при фиксированном направлении падения волны, не вызывает сомнений и широко используется на практике для просветления оптики. Напри-

мер, в объективах с большим числом поверхностей для уменьшения доли вредного отражения излучения на поверхности наносят одну или несколько тонких пленок (их толщина соизмерима с длиной волны излучения). Параметры пленок — показатель преломления и толщину — выбирают так, чтобы при интерференции света, отражаемого от этих границ раздела, рассеяние излучения подавлялось. Степень подавления зависит от угла падения и высока для многослойных покрытий в сравнительно широком диапазоне углов падения и длин волн падающего излучения.

Невозможность полностью подавить рассеяние излучения объекта с ограниченным пространственным изменением показателя преломления $n(\mathbf{r})$ для всех направлений его освещения можно пояснить следующим образом. Напомним смысл обратной задачи рассеяния, близкой к томографии. Она состоит в определении профиля $n(\mathbf{r})$ по регистрации рассеянного излучения при всевозможных направлениях падающей на объект волны. При этом оказывается, что решение такой задачи единственно — распределение показателя преломления объекта восстанавливается единственным образом. Но данным отсутствия рассеяния удовлетворяет очевидное решение (1). Тогда из-за единственности решения любое неоднородное распределение показателя преломления приведет к появлению рассеяния, по крайней мере для некоторых направлений падения волны на объект.

Если нельзя, но хочется

И все-таки вернемся к варианту невидимости обтекания для случая монохроматического излучения. В нем, на языке геометрической оптики, лучи огибают объект, не проникая в его центральную часть, за счет изгиба в покрывающей объект

прозрачной (без поглощения) оболочке — «плаще» — с пространственно неоднородным показателем преломления. При этом прошедший оболочку луч является продолжением исходного, как это показано на рис.1,б. Кроме того, набег фазы для изогнутых лучей должен совпадать с таким набегом для неизогнутых лучей в свободном пространстве, что требует применения сред с показателем преломления $n < 1$; это принципиально возможно, хотя и может быть сопряжено с нежелательным поглощением излучения. Более точно, здесь не обязательно использование приближения геометрической оптики, а оптические свойства анизотропной среды должны характеризоваться тензорами диэлектрической и магнитной проницаемости (см. ниже).

Эlegantный рецепт нахождения пространственного распределения компонент тензоров проницаемостей в «плаще-невидимке», методически близкий подходам общей теории относительности, был предложен в [6, 7]; более точно, такой рецепт содержался в опередившей свое время работе [8]. В этом рецепте используется эквивалентность уравнений Максвелла для электромагнитного поля в криволинейной системе координат, с одной стороны, и в декартовых координатах (x, y, z) с пространственно неоднородной прозрачной анизотропной средой, с другой стороны. Из-за анизотропии оптические или электродинамические свойства среды задаются не просто показателем преломления, а двумя тензорными величинами, т.е. квадратными таблицами 3×3 с компонентами — диэлектрической и магнитной проницаемостями. Опуская детали, приведем представленный в [6, 7] пример такого распределения для частного случая двумерной геометрии (цилиндрическая система координат, в которой вместо декартовых координат x, y, z используются прежняя координата

z , радиус в ортогональной ей плоскости $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$ и угол $\theta = \text{arctg}(y/x)$, см. рис.2):

$$\epsilon_\rho = \mu_\rho = \frac{\rho - a}{\rho}, \quad (2)$$

$$\epsilon_\theta = \mu_\theta = \frac{\rho}{\rho - a}, \quad (3)$$

$$\epsilon_z = \mu_z = \left[\frac{b}{b - a} \right]^2 \frac{\rho - a}{\rho}. \quad (4)$$

Такие соотношения должны выполняться в цилиндрической области $0 < \rho < b$, где b и a — внешний и внутренний радиусы оболочки, $b > a$ (см. рис.1,б).

Теперь зададимся вопросом, не противоречит ли этот результат сформулированному выше выводу о невозможности подавления рассеяния в случае пространственно неоднородной среды. Здесь надо заметить, что запрет относился к случаю малого или, как минимум, конечного пространственного изменения оптических характеристик. Например, вывод о единственности решения обратной задачи рассеяния нарушится, если мы окружим исследуемый объект идеальным зеркалом, которое исключает проникновение излучения внутрь объекта. Тогда любые изменения свойств объекта, спрятанного позади зеркальной стенки, никак не скажутся на рассеянии (отражении) излучения, падающего на зеркало, и единственность решения обратной задачи нарушится. Но идеальные зеркала возможны лишь при бесконечно больших по модулю значениях проницаемости. В противном случае поле частично проникает через зеркало, и указанный запрет вновь становится справедливым.

Из соотношения (3) нетрудно видеть, что при приближении радиальной координаты ρ к внутреннему радиусу оболочки a компоненты проницаемостей ϵ_θ и μ_θ стремятся к бесконечности. Так же ведут себя при этом и градиенты (скорости изменения) данных величин. Это эквивалентно наличию эффективно-

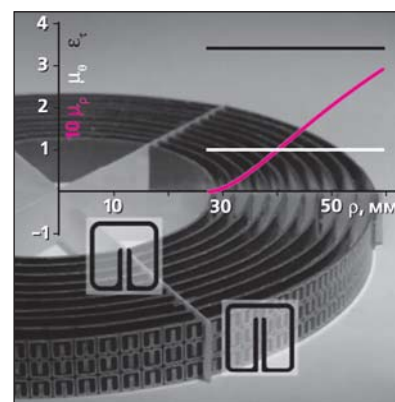


Рис.2. Схема оболочки на основе цилиндрических диэлектрических слоев, составленных из изображенных на рис.3 ячеек (см. текст). Линии показывают радиальную зависимость соответствующих компонент восприимчивости [7].

го идеального цилиндрического зеркала радиуса a , не пропускающего излучение во внутреннюю область. Поэтому противоречия со строгим запретом здесь нет. Нарушение теоремы единственности иногда связывают и с тем, что она доказана в [5] для изотропной среды. На наш взгляд, это ограничение непринципиально, если разрешить наблюдателю использовать диагностирующее излучение с произвольной поляризацией (направлением вектора напряженности электрического поля волны). С другой стороны, при строгом выполнении принятой формы оптической неоднородности (2)–(4) наличие эффективного зеркала оптически не обнаруживается, так что здесь можно было бы говорить о невидимости. Но, естественно, бесконечные значения проницаемости среды не реализуемы, и практически приходится довольствоваться лишь ограниченным диапазоном их изменения. Здесь помогает заключение еще одного «джентльменского соглашения» о фиксировании состояния поляризации диагностирующего излучения (из-за чего величина ряда компонент тензоров восприимчиво-

сти не влияет на распространение излучения) и то обстоятельство, что в большей степени это распространение определяется не двумя тензорами восприимчивостей по отдельности, а их произведением, т.е. тензором показателя преломления с элементами, зависящими от координаты ρ . Так, в [7] приведен более простой, чем (2)–(4), вариант подобных распределений без сингулярностей (см. цветные линии на рис. 2), при котором, однако, возникает ослабленное отраженное излучение, так что, строго говоря, невидимость отсутствует.

Метаматериалы. Расчет и эксперимент

Конечно, в природе нет готовых сред с нужным распределением показателя преломления, и еще хуже дела обстоят с возможностями вариаций магнитной восприимчивости μ — в оптической области она, как правило, близка к единице, как указывалось выше. Однако в последнее время наблюдается поразительный прогресс в технологии создания искусственных сред с заранее заданными характеристиками [4]. Искусственную среду можно составлять не из отдельных атомов или молекул, а из готовых микро- или наноструктур, например, вставляя в обычную диэлектрическую среду металлические стерженьки (проволочки) и разомкнутые кольцевые резонаторы. Такие элементы — «метаатомы» — действуют как аналоги электрических емкостей и индуктивностей с управляемыми значениями параметров. Если размеры элементов заметно меньше длины волны, то рассеяние излучения на них ослабляется до приемлемых величин, а усредненные по такому объему характеристики среды будут отвечать желаемым значениям. Необходимое изменение этих характеристик в пространстве останется уже делом техники.

Итак, остается лишь сконструировать среду, включающую указанные выше элементы. Но нужно вспомнить о масштабах. А именно, размеры таких элементов должны быть много меньше длины волны излучения. Напомним, что длины световых волн менее одного микрометра, и на сегодня технологий создания полного набора требуемых элементов субмикронного размера не существует. Другое дело — радиоволны, в частности, с длинами волн сантиметрового диапазона. Так, в работе [7] «среда» оболочки создавалась под излучение с частотой $\nu = 8.5$ ГГц, что соответствует длине волны $\lambda = c/\nu = 3.5$ см (c — скорость света в вакууме). Основу составляла система из 10 концентрических цилиндрических слоев диэлектрика (рис. 2), которые разбивались на отдельные «элементарные» ячейки с введением в каждую ячейку разомкнутого кольцевого резонатора, изображенного на рис.3.

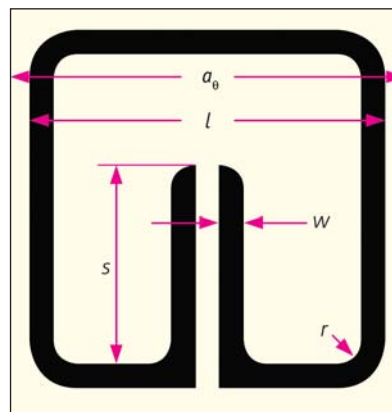


Рис.3. Схема «элементарной» ячейки с разомкнутым кольцевым резонатором. Параметры: длина стороны квадратной ячейки $a_0 = 10/3$ мм, ширина резонатора $l = 3$ мм; он изготовлен из меди с толщиной $w = 0.2$ мм. В зависимости от номера цилиндра параметр r варьировался в диапазоне от 0.260 (внутренний цилиндр) до 0.116 мм (внешний цилиндр), и s от 1.654 до 2.199 мм, при этом компонента магнитной восприимчивости μ_r меняется от 0.003 до 0.279 [7].

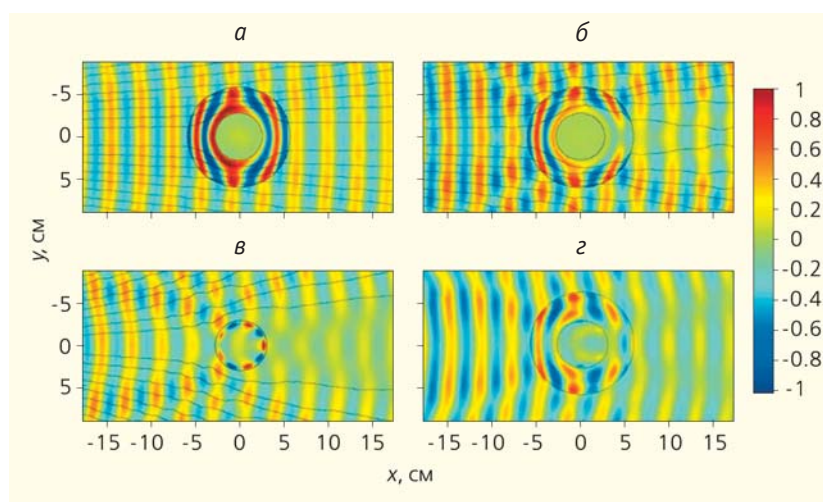


Рис.4. Распределения напряженности электрического поля при падении плоской волны слева направо на проводящий медный цилиндр (в центре каждого рисунка). Оболочка с пространственным изменением электромагнитных параметров среды нанесена на цилиндр (кольцевая область). Сплошные черные линии, подобно силовым линиям, показывают распределения потока энергии (вектора Пойнтинга); а — расчет при идеальном распределении параметров среды; б — расчет при упрощенном виде этих распределений; в — эксперимент для цилиндра без оболочки; г — эксперимент для цилиндра с оболочкой [7].

Излучение распространялось перпендикулярно оси цилиндров. Помимо фиксирования длины волны излучения, ограничение накладывалось еще и на его поляризацию — вектору напряженности электрического поля волны позволялось быть только строго параллельным оси системы z . Результаты экспериментов и расчетов (задача решалась численно как двумерная) сведены на рис.4. Оболочка располагалась непосредственно на поверхности маскируемого медного цилиндра с радиусом 25 мм.

Таким образом, расчеты и эксперименты свидетельствуют: при соблюдении ряда обременительных условий рассеяние радиоволн можно ослабить. В расчетах [9] показано, что близкие результаты можно получить и для более простой в изготовлении оболочки из немагнитных метаматериалов, когда в диэлектрическую основу вставляются только металлические проволочки в форме вытянутых эллипсоидов. Но до сих пор мы «прятали» неподвижные объекты. А что будет, если объект, который нужно скрыть от наблюдателя, движется?

Исправляя упущение

Теперь пора вспомнить об еще одном — релятивистском — механизме рассеяния света. Дело в том, что к упомянутым выше неоднородностям среды, служащим причиной рассеяния излучения, следует добавить и неоднородность ее скорости движения [10]. Поэтому объект со скоростью, отличной от скорости окружающей среды, будет рассеивать излучение. Пусть мы каким-то образом добились практически идеальной невидимости неподвижного объекта, например, медузы в неподвижной воде. Но, как подтверждает эксперимент Физо по измерению скорости света в движущейся воде [11], эффективный показатель преломления среды зависит от ее скорости движе-

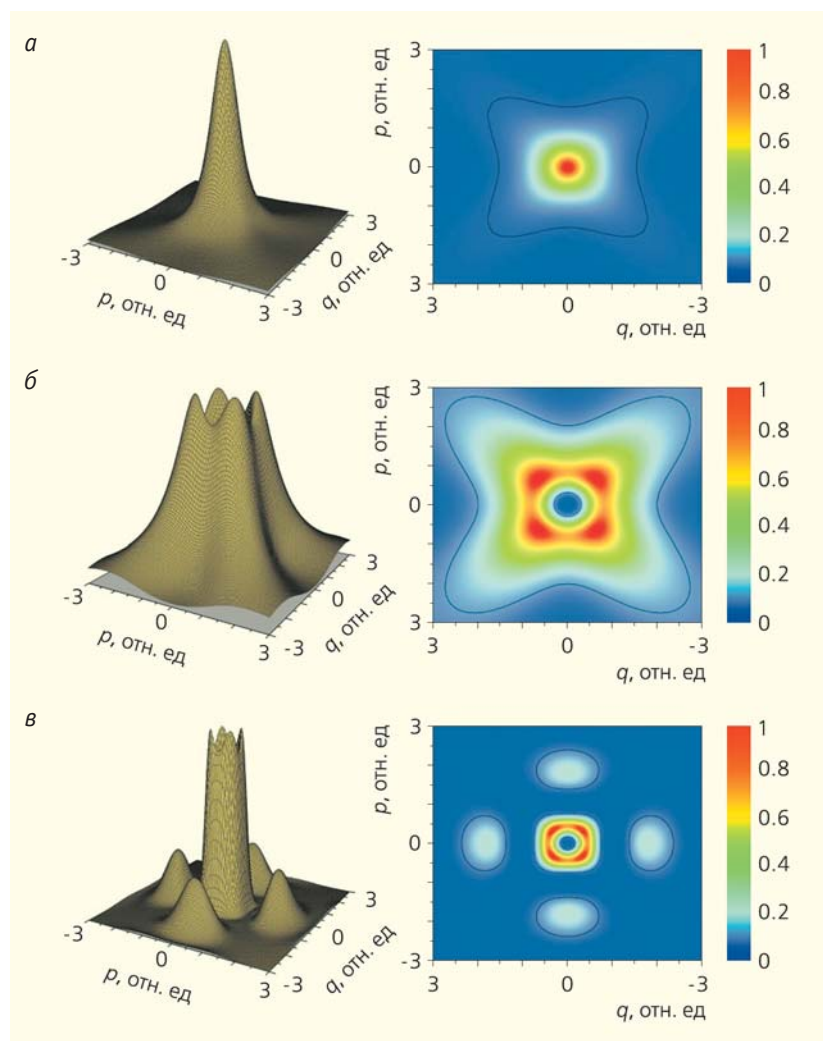


Рис.5. Диаграмма направленности рассеянного излучения в плоскости регистрации (угловые координаты p и q приведены в относительных единицах) в зависимости от размеров неоднородности для случая нормального (вдоль оси z) падения на объект в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами $x_0 = y_0 = 0.5\lambda$, $z_0 = 0.15\lambda$ (а), $x_0 = y_0 = z_0 = 0.5\lambda$ (б) и $x_0 = y_0 = 0.75\lambda$, $z_0 = 1.5\lambda$ (в). Слева — объемное изображение, справа — контурный график изолиний интенсивности; цветовая шкала изображает уровень интенсивности [12].

ния. Тогда на поверхности медузы, движущейся относительно воды, возникнет отражение. Отраженное излучение обладает доплеровским сдвигом частоты и амплитудой, пропорциональной малому параметру v/c — отношению скорости движения объекта v к скорости света в вакууме c [12]. Тем самым, хотя неподвижный объект невидим, он становится видимым при движении. Интегральная мощность

рассеяния может быть оценена по простым формулам Френеля, но вид индикатрисы, или диаграммы направленности, оказывается нетривиальным, хотя и не зависящим от (малой) скорости движения [13]. Как видно из рис.5,а, для объекта с размерами, малыми по сравнению с длиной волны, диаграмма направленности колоколообразная, с максимумом в области зеркального отражения и спа-

дом при отклонении от этого направления. При увеличении размеров объекта диаграмма направленности становится изрезанной со значительным числом пиков (рис.5,б,в). Анализ показывает, что для резкой границы объекта отраженный сигнал доступен наблюдению даже при значительных удалениях от объекта, а величина доплеровского сдвига частоты также вполне измерима [13].

Движение объекта может служить фактором его обнаружения и для варианта невидимости обтекания. Действительно, как мы говорили, такая невидимость рассчитана на определенную длину волны излучения, а в связи с высокими градиента-

ми оптических характеристик среды чувствительность к сдвигам частоты весьма велика. Но при движении как раз и происходят частотные (доплеровские) сдвиги, что будет служить причиной рассеяния излучения и, следовательно, детектирования объекта.

Таким образом, полная невидимость макроскопических объектов — отсутствие рассеяния ими электромагнитного излучения во всех направлениях и для любых длин волн — принципиально невозможна. Но достижимо заметное уменьшение рассеяния излучения при некоторых ограничениях, прежде всего на спектральный состав диагностирующего излучения.

Значительный прогресс в этом направлении связан с развитием технологий изготовления метаматериалов — искусственных сред с заранее заданными характеристиками. В настоящее время применительно к невидимости такое уменьшение рассеяния реализовано для радиоволн. Для оптического излучения «детали», из которых изготавливается среда, на много порядков миниатюрней, что затрудняет решение задачи. Но и здесь возможен прогресс при использовании современных нанотехнологий. Наконец, решение проблемы невидимости движущихся объектов требует учета дополнительных релятивистских эффектов. ■

Литература

1. Бенедиктов А.А. Гении мимикрии // Природа. 2007. №6. С.33—35.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. М., 1976.
3. Miller D.A.B. // Opt. Express. 2006. V.14. №25. P.12457—12466.
4. Litchinitser N.M., Gabitov I.R., Maimistov A.I., Shalaev V.M. // Progress in Optics. 2008. V.51. P.1—67.
5. Wolf E., Habasby T. // J. Mod. Opt. 1993. V.40. №5. P.785—792.
6. Pendry J.B., Schurig D., Smith D.R. // Science. 2006. V.312. P.1780—1782.
7. Schurig D., Mock J.J., Justice B.J. et al. // Science. 2006. V.314. P.977—980.
8. Долли Л.С. // Изв. вузов. Радиофизика. 1961. Т.4. №5. С.964—967.
9. Cai W., Chettiar U.K., Kildishev A.V., Shalaev V.M. // Nature Photonics. 2007. V.1. №4. P.224—227.
10. Розанов Н.Н., Сочилин Г.Б. // УФН. 2006. Т.176. №4. С.421—439.
11. Вуд Р. Физическая оптика. М., 1936.
12. Розанов Н.Н. // Опт. спектр. 2004. Т.96. №6. С.1017—1018.
13. Киселев Ал.С., Киселев Ан.С., Розанов Н.Н., Сочилин Г.Б. // Опт. спектр. 2008 (в печати).

В трех штатах (Мичиган, Миннесота и Висконсин) американские власти приняли решение исключить волка из списка видов, охраняемых по закону 1973 г. Это ставит под угрозу жизнь 4 тыс. волков на данной территории. За короткое время 1200 волков могут оказаться под прицелами охотников также в штатах Айдахо, Монтана и Вайоминг, а губернатор штата Айдахо лично призвал убить 550 волков, что составляет 85% популяции вида в этом штате.

Terre Sauvage. 2007. №207. P.60 (Франция).

В 2006 г. Арктику посетило 1.5 млн туристов — вдвое больше побывавших там за последние 10 лет. Число туристов, посещающих Антарктиду на круизных лайнерах, возросло вчетверо за последние 14 лет, а туристов, совершающих сухопутные экскурсии, стало всемеро больше, чем 10 лет назад. Столь высокая нагрузка, согласно докладу Программы ООН по окружающей среде, создает серьезную угрозу хрупким полярным экосистемам.

Sciences et Avenir. 2007. №725. P.42 (Франция).

Французские археологи установили, что в двух керамических сосудах на подставках, которые типичны для неолита Франции 4-го тысячелетия до н.э., оказался застывший березовый деготь. Сосуды были найдены в Джерси в месте захоронений. В эпоху неолита деготь использовался как средство, защищающее от намокания. Кроме того, его сжигали в сосудах в качестве благоволия: сильный запах горящего дегтя маскировал тяжелый воздух погребального места.

La Recherche. 2007. №409. P.18 (Франция).

Мир незастывших форм



*Возьмемся за руки, друзья,
возьмемся за руки, друзья,
Чтоб не пропасть поодиночке.*

Булат Окуджава

В.Е.Федоров, Ю.В.Миронов, Н.Г.Наумов

Координационная химия переходных металлов — один из центральных разделов химической науки. Долгое время предметом классической, «вернеровской», координационной химии служил моноядерный (одноцентровый) комплекс: в его центре находится ион металла, который окружен различными анионами или нейтральными молекулами (лигандами) (рис.1). Однако уже давно были известны и полиядерные соединения, в структуре которых соседние ионы металлов, находящиеся в низких валентных состояниях, оказывались на очень коротких расстояниях. Природу таких комплексов трудно было объяснить с позиций вернеровской теории — в ней не было места образованию связей между металлическими центрами. Сейчас это кажется странным: ведь существуют же металлы (причем очень стабильные фазы), в которых атомы связаны друг с другом вообще без участия лигандов. Тем не менее принятая точка зрения почти столетие довлела над здравым смыслом.

Соединения, сначала казавшиеся редкими и необычными, наконец, стали предметом повышенного научного интереса. И тогда выяснилось, что короткие расстояния между ионами металлов в таких комплексах обусловлены наличием прямых связей металл-металл. В дальнейшем круг подобных соединений становился все больше и больше, и в настоящее время он представлен многочислен-



Владимир Ефимович Федоров (в середине), доктор химических наук, главный научный сотрудник Института неорганической химии им.А.В.Николаева СО РАН, профессор Новосибирского государственного университета. Заслуженный деятель науки РФ, федеральный эксперт в области науки и технологии, член Международной Азиатско-Тихоокеанской академии материалов.

Юрий Владимирович Миронов (слева), доктор химических наук, руководитель лаборатории синтеза кластерных соединений и материалов того же института. Стипендиат международного Гумбольдтовского фонда.

Николай Геннадьевич Наумов, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник той же лаборатории. Стипендиат CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique — Национальный центр научных исследований; Франция).

Научные интересы авторов — синтез и реакционная способность неорганических соединений, координационная химия и кристаллохимия.

ным и разнообразным набором веществ со своеобразными структурами, реакционной способностью и физическими свойствами. В научной литературе подобного рода соединения получили название металлокластерных.

© Федоров В.Е., Миронов Ю.В.,
Наумов Н.Г., 2008

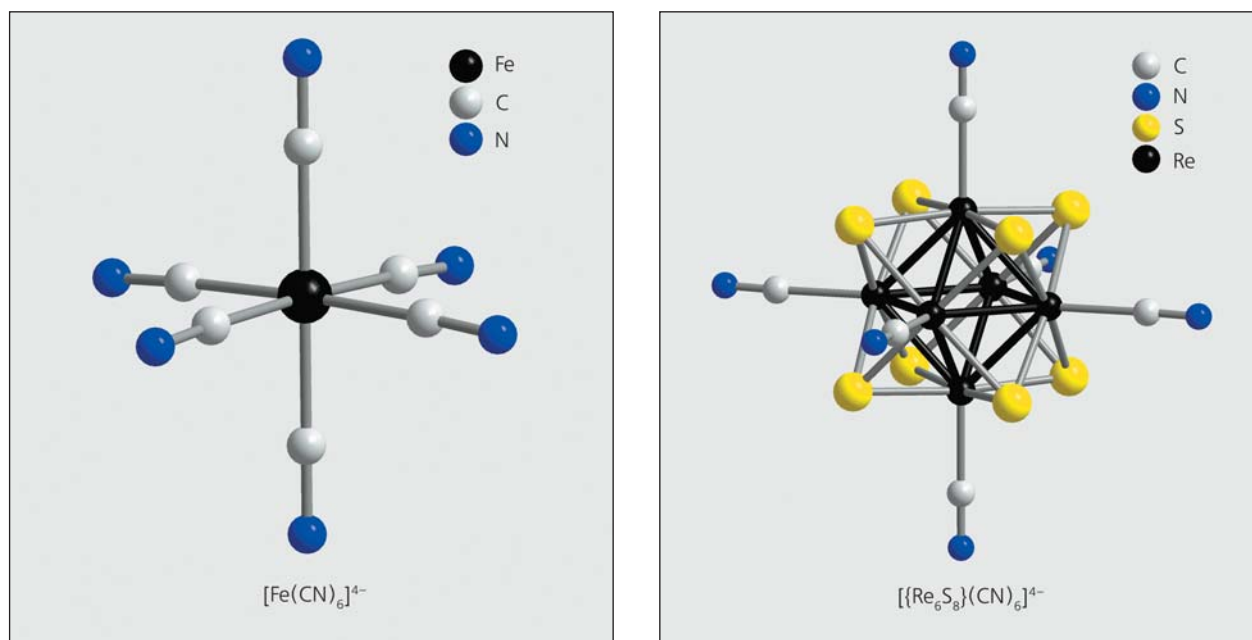


Рис.1. Октаэдрические комплексы: моноядерный (слева) и кластерный.

От термина к исследованиям

Термин «кластер» (англ. cluster — группа, гроздь, скопление) в координационную химию введен А.Ф.Коттоном в 1964 г. [1]. Хотя этот термин широко используется в разных других областях, в научной химической литературе он означает, что в структуре металлокластерных соединений есть группа близко расположенных атомов металлов, связанных друг с другом ковалентными связями.

Одни из самых характерных кластерных соединений — низшие галогениды и халькогениды* переходных металлов, поскольку их ионы в низких степенях окисления имеют свободные валентные электроны. Именно их наличие, а также координационная ненасыщенность ионов металлов, которая проявлялась бы в низших соединениях при нехватке числа лигандов, составляют движущие силы, побуждающие к дополнительным (помимо связей металл-лиганд) взаимодействиям между атомами металлов. В этой паре сил валентные электроны обеспечивают образование связей металл-металл.

В двух соседних координационных сферах атомы металлов выполняют роль своеобразных лигандов. Ее вполне можно воспринимать как удовлетворение координационных потребностей. Образно говоря, когда металлическим ионам

* Так называются соединения халькофильных (от греч. chalkos — медь) элементов, или халькогенов, встречающихся в сульфидных рудах и проявляющих сродство к S, Se и Te. В земной коре таких элементов 19, в числе которых Cu, As, Au, Zn, Cd, Hg, Pb, As, Sb, Re, Os.

не хватает лигандов для образования из них устойчивой геометрической конфигурации, приходится «взяться за руки», чтобы заполнить свою координационную сферу. Понятно, что поскольку для образования связи металл-металл нужны электроны, то их число в значительной степени определяет тип и размер металлокластера: чем больше валентных электронов у ионов металла, тем большее число связей М-М может возникнуть и тем крупнее будут металлокластеры.

Альтернативная возможность для свободных валентных электронов — образование кратных связей металл-металл. Простейший кластер — димер M_2 . При большем числе атомов металла кластер может быть треугольным M_3 , тетраэдрическим M_4 , октаэдрическим M_6 , кубическим M_8 или еще более сложным.

С появления термина «кластер» для конкретной группы металлокомплексов (metal atom cluster compounds) начался новый этап в развитии химии соединений со связями металл-металл. Во второй половине только что минувшего столетия исследования металлокластерных комплексов стали интенсивными и целенаправленными [2–8]. Наиболее типичные элементы, способные образовывать кластеры, — переходные металлы, которых, кстати, в таблице Менделеева 63, но выяснилось, что в этом качестве могут выступать и такие элементы, как бор, фосфор, мышьяк и др. Рений оказался одним из самых «кластерообразующих» элементов.

Это легко объясняется электронными причинами: например, все четыре валентных электрона в ионе Re^{3+} с d^4 -электронной конфигурацией во многих неорганических соединениях идут на об-

разование связей металл-металл, т.е. металлического кластера. Способы «утилизации» этих электронов могут быть разными. Так, в галогенидных биядерных комплексах $[\text{Re}_2\text{Cl}_8]^{2-}$ они формируют четырехкратные связи металл-металл, а в комплексах $[\text{Re}_3\text{Cl}_{12}]^{3-}$ образуют треугольные кластеры с двукратными связями. Этим же электронов хватает и для образования гексаядерных металлокластеров трехвалентного рения с ядром $[\text{Re}_6\text{S}_8]^{2+}$ (типичный комплекс подобного рода — анион $[\{\text{Re}_6\text{S}_8\}(\text{CN})_6]^{4-}$), где реализуются 12 одинарных связей Re-Re, направленных по ребрам октаэдра.

Все разнообразные соединения, содержащие кластеры, составляют предмет кластерной химии.

Привлекательные цианокомплексы

Чтобы понять, как устроен металлокластерный комплекс, рассмотрим довольно простой из них — шестиядерный октаэдрический комплекс $[\{\text{Re}_6\text{S}_8\}(\text{CN})_6]^{4-}$ (рис.1). В нем металлический кластер — октаэдр Re_6 — стабилизируется внутренними $\mu_3\text{-S}$ лигандами, в результате чего образуется ядро $\{\text{Re}_6\text{S}_8\}^{2+}$. Геометрически оно представляет собой куб из атомов серы, в который вписан октаэдр из атомов рения. При таких стехиометрии и строении атомы металла в $\{\text{Re}_6\text{S}_8\}$ все еще остаются координационно ненасыщенными. Насыщение же обеспечивается за счет взаимодействия с внешними цианидными лигандами при образовании анионного комплекса $[\{\text{Re}_6\text{S}_8\}(\text{CN})_6]^{4-}$. На первый взгляд может показаться, что отличие моноядерного гексацианидного комплекса от кластерного (см. рис.1) заключается в простой замене одного центрального иона Fe^{2+} на сложный фрагмент — кластерное ядро $\{\text{Re}_6\text{S}_8\}^{2+}$. Однако на самом деле подобная замена приводит не только к увеличению размеров кластерного комплекса (так, $[\{\text{Re}_6\text{S}_8\}(\text{CN})_6]^{4-}$ почти вдвое больше $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$,

но и к усложнению электронной структуры. Все это влечет за собой существенное изменение ряда физических и химических свойств, и потому кластерные соединения открывают новые горизонты не только в фундаментальной науке, но и в технологиях.

В последние годы возрастает интерес к созданию различных неорганических полимерных материалов. Их основу представляют определенные предшественники с таким набором кристаллохимических и других свойств, который обеспечивал бы успешное конструирование твердых тел с заданной размерностью кристаллической решетки и физико-химическими характеристиками [9, 10]. Важный класс подобных предшественников составляют металлокластерные комплексы с разным количеством ядер, своеобразные и довольно крупные строительные блоки. Среди них наиболее удобны наноразмерные халькоцианидные кластерные соединения рения: тетра- $[\text{Re}_4\text{Q}_4(\text{CN})_{12}]^{4-}$ и гексаядерные $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{4-}$ ($\text{Q}=\text{S}, \text{Se}$ или Te) (рис.2), а также и недавно синтезированный 12-ядерный комплекс $[\text{Re}_{12}\text{CS}_{17}(\text{CN})_6]^{6-}$ [11]. Все они стабильны в водных и органических средах и могут быть вовлечены в разнообразные реакции, которые протекают в растворах.

Приведенные комплексы имеют в составе CN-группы. Такие цианидные комплексы представляют повышенный интерес в конструировании полимерных структур. Почему? Это связано с амбидентатным характером CN-групп, т.е. их способностью координироваться к атомам металлов одновременно и через атом углерода, и через атом азота. Благодаря этому цианидные комплексы связываются с катионами металлов в полимерные цианомостиковые структуры типа $-\text{M}-\text{N}\equiv\text{C}-\text{M}'-\text{C}\equiv\text{N}-\text{M}-$. Хотя широко известны координационные полимеры на основе моноядерных цианометаллатов, металлокластерные цианидные комплексы в качестве строительных

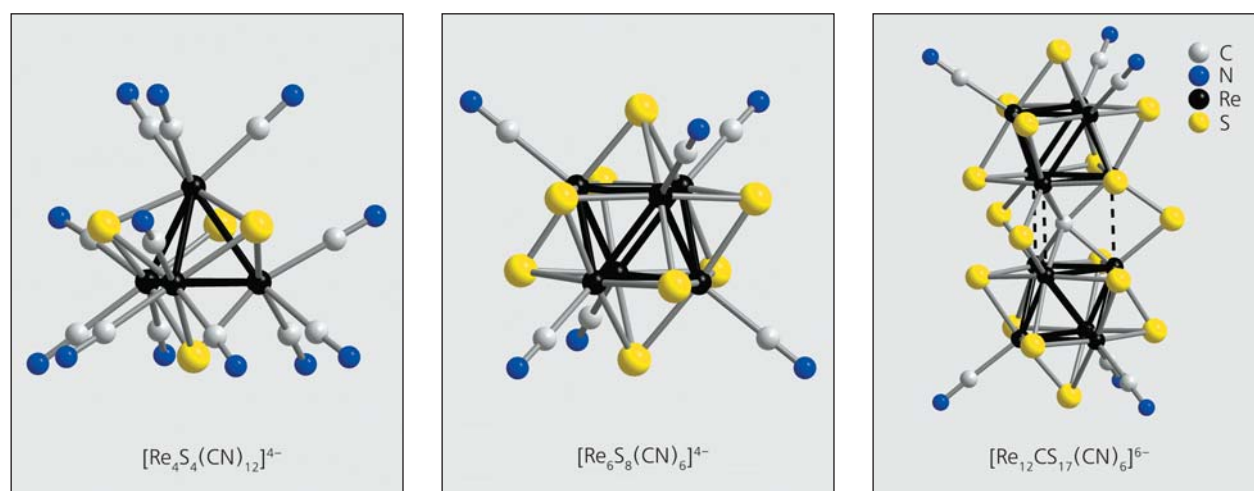


Рис.2. Сульфидные цианокомплексы рения с четырех-, шести- и 12-ядерными кластерами.

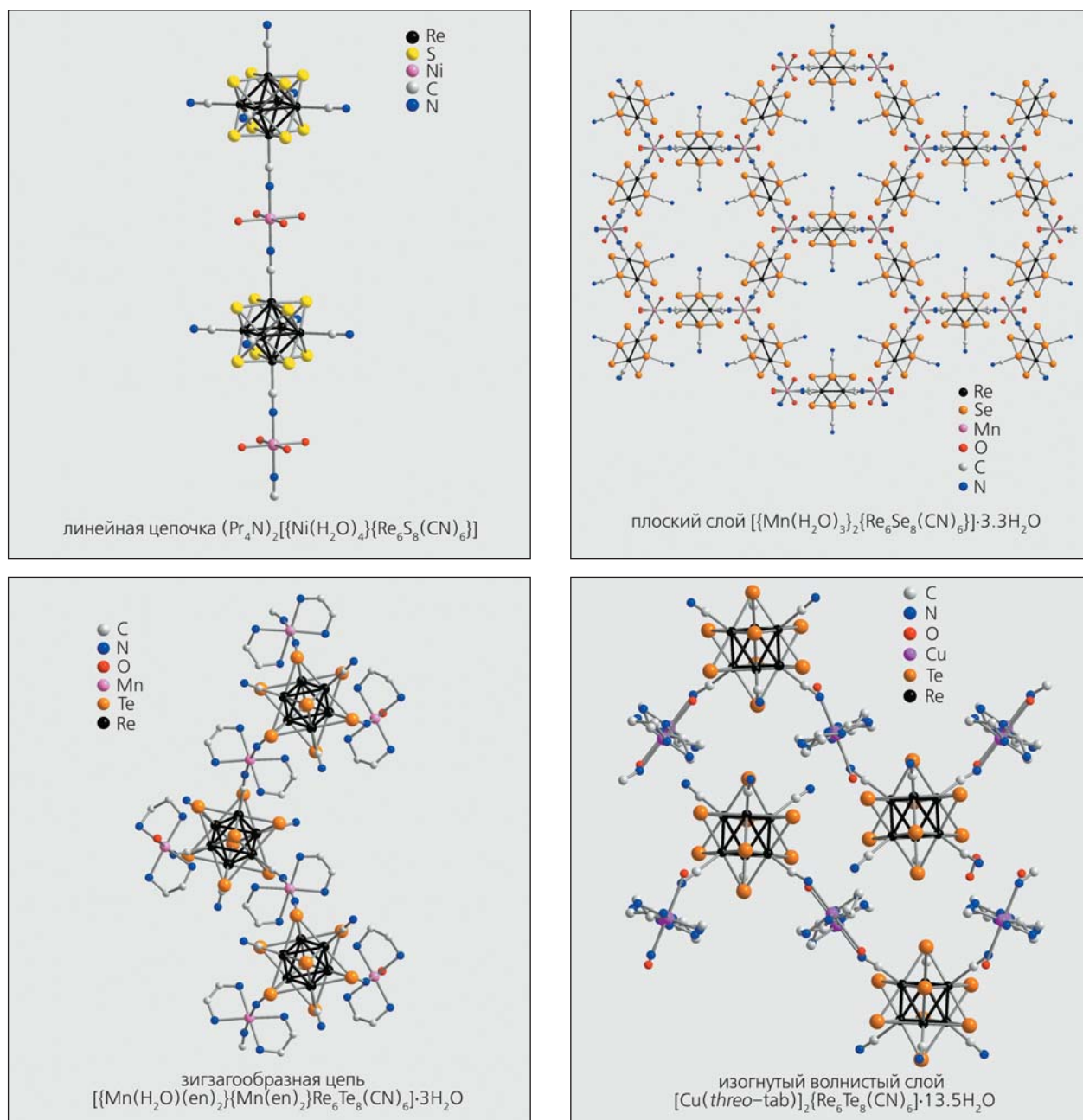
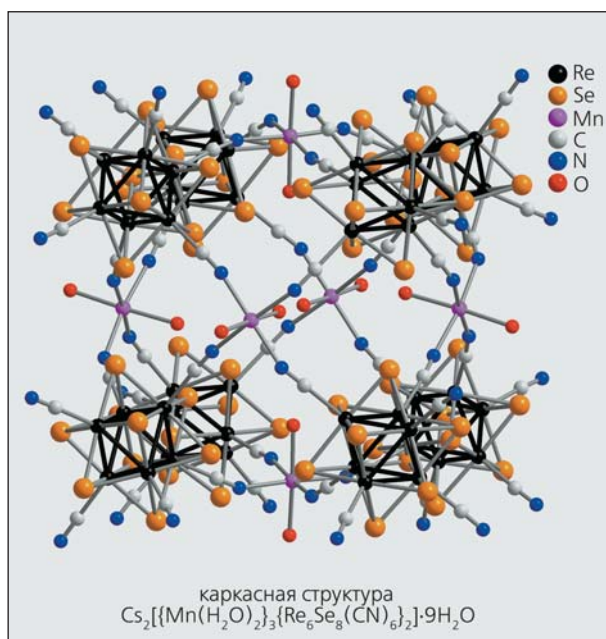
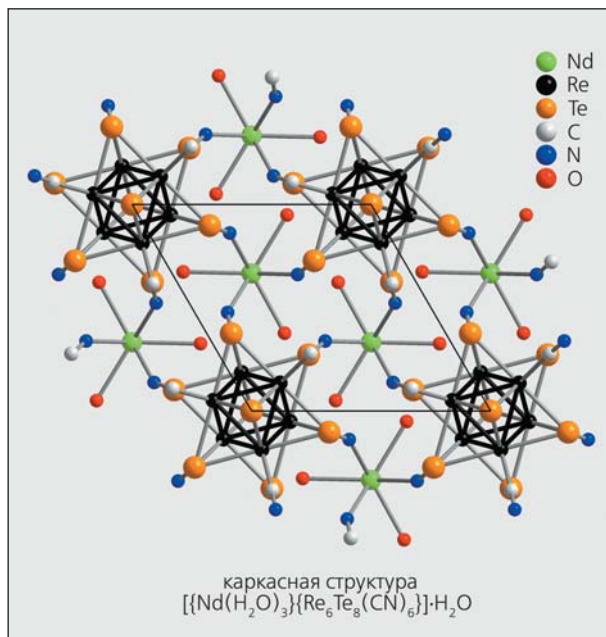


Рис.3. Полимерное строение некоторых соединений на основе октаэдрических халькоцианидов рения. $(Pr_4N)_2$ — тетрапропиламмоний, en — этилендиамин, *threo-tab* — *threo*-тетрааминобутан.

блоков до недавнего времени не использовались. Мы первыми преодолели этот барьер [12]. В 1995 г. открыли октаэдрические халькоцианиды $[Re_6Q_8(CN)_6]^{4-}$ (Q=S, Se или Te), а вскоре применили тетра- и октаэдрические цианидные комплексы для создания полимерных структур [13, 14]. С той поры нам удалось синтезировать несколько сотен сложных координационных цианомостиковых полимеров самого разнообразного строения [15]. Но этому предшествовали многочисленные исследования.

Крупноблочное строительство

К концу 90-х годов 20-го столетия были уже получены многочисленные полимерные структуры на основе моноядерных цианометаллатов. Мы же в качестве строительных блоков для полимеров собирались использовать гораздо более крупные — наноразмерные — халькоцианидные комплексы $[Re_4Q_4(CN)_{12}]^{4-}$, $[Re_6Q_8(CN)_6]^{4-}$, $[Re_{12}CS_{17}(CN)_6]^{6-}$. Поэтому сначала нам предстояло изучить, в какой степени размерные факторы



скажутся на формировании цианомостиковых кристаллических структур. Кроме того, следовало выяснить влияние геометрических и структурных различий тетра-, окта- и биоктаэдрических комплексов, а также отличия в их заряде и числе доступных к координации цианогрупп. Изначально можно было лишь предположить, что все это повлияет на характер связывания кластерных анионов с катионами, на упаковку комплексов в структуре твердого тела и на стехиометрию образующихся соединений.

Для доказательства предположений мы синтезировали серии координационных полимеров на основе халькоцианидных кластерных анионов и катионов различных металлов. Оказалось, что подобные сложные кластерные соединения кристаллизуются в оригинальных структурных типах с разной размерностью — цепочечных, слоистых и каркасных (рис.3). В данных системах геометрия и координационные особенности кластерного аниона во многом определяют устройство полимерной структуры (см. рис.3). Например, если катионы связывают октаэдрические кластеры $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{4-}$ через CN лиганды, находящиеся в *транс*-позициях, образуются структуры с линейными цепочками или плоскими слоями; при связывании через *цис*-лиганды возникают зигзагообразные цепи или изогнутые волнистые слои. (Впрочем, подобные эффекты типичны для кристаллохимии самых разнообразных соединений.) Если же в связывании участвуют все шесть цианогрупп, образуются каркасные структуры.

Структурные типы соединений на основе тетраэдрических комплексов, как правило, существенно отличаются от тех, которые построены из октаэдрических. Для них наиболее характерны цепочечные структуры (рис.4). Если строительными блоками служат биоктаэдрические (двенадцатиядерные) цианидные комплексы, то, как показали первые исследования, предпочтительно образуются также цепочечные структуры (см. рис.4). Это легко объяснить геометрическими особенностями данных цианокомплексов: их собственная структура с концевыми цианидными группами имеет вытянутую форму.

Интересно отметить, что кластерные комплексы, содержащие серу, селен или теллур, не проявляют полного подобия в реакциях с катионами металлов. Более сходны S- и Se-содержащие системы, тогда как теллуровые комплексы зачастую дают другие структурные типы.

Конечно, не менее важную роль в формировании полимерной структуры играют и другие участники химической системы — связывающие катионы металлов, противоионы, молекулы растворителя, конкурирующие лиганды. Так, в водных растворах, как правило, образуются каркасные структуры вследствие более высокого сродства ионов металлов к N-донорному атому цианогрупп, чем к молекулам воды. Эффективно регулировать характер связывания и размерность структуры могут конкурирующие лиганды (например, молекулы аммиака или хелатирующие амины, такие как этилендиамин, диэтилентриамин и т.п.). Если ими частично заблокированы координационные места у связывающих катионов, то удастся добиться перехода от соединений каркасного типа к слоистым, цепочечным и далее к островным.

На основе кластерных халькоцианидных комплексов как тетра-, так и октаэдрических, мы получили высокопористые структуры, в том числе

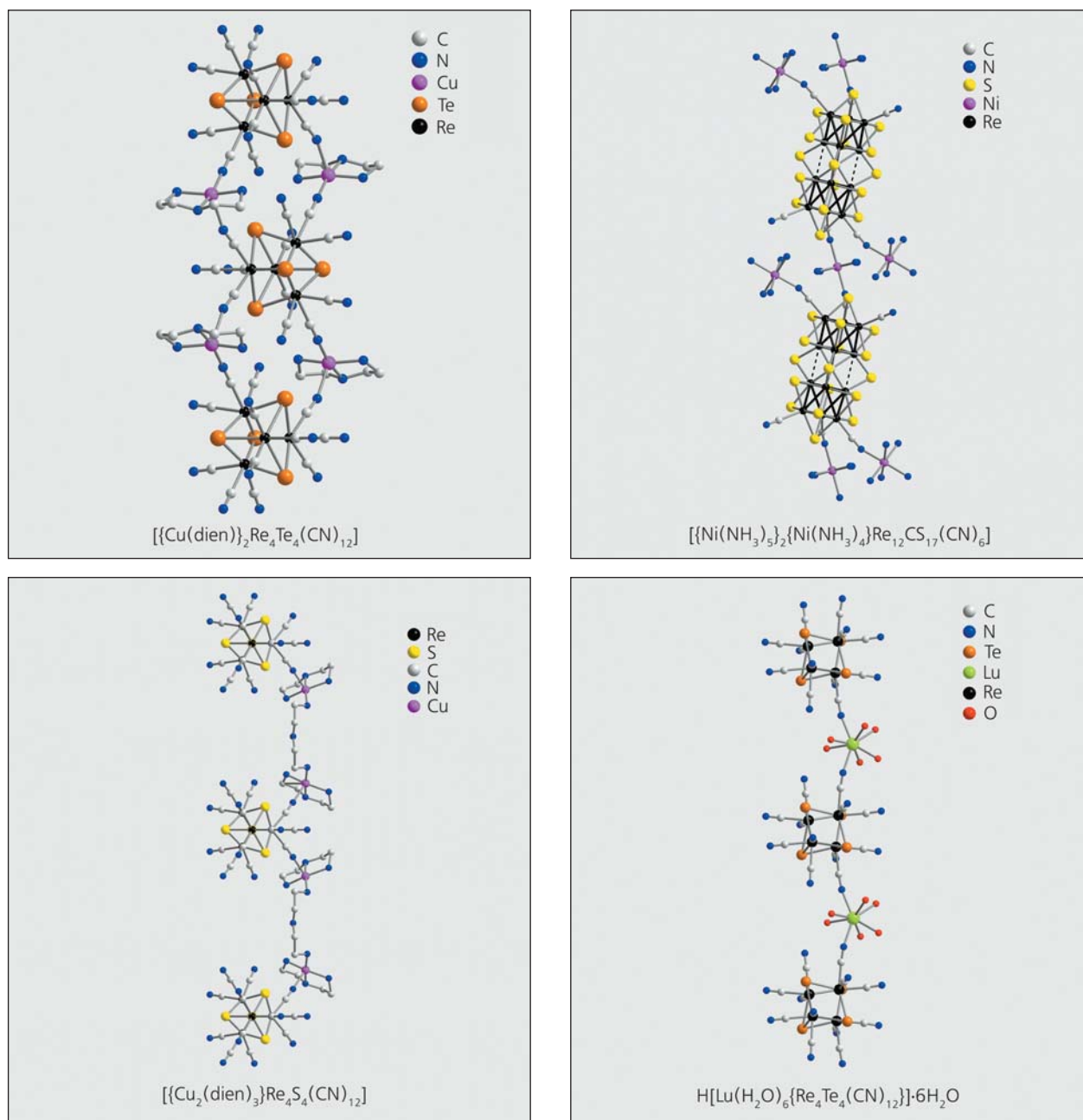


Рис.4. Соединения цепочечного типа (dien — диэтилентриамин).

канального типа (рис.5). Подобные структуры с линейными каналами, диаметр которых достигает 13 Å, могут представлять большой интерес в качестве матриц для получения различных соединений внедрения (типа «гость-хозяин»). Кроме того, вещества канального типа можно использовать как нанореакторы для изучения реакций в одномерном пространстве.

В связи с особым интересом к хиральным структурам мы получили серию соединений на основе хиральных цепочек состава $\text{Cu}(\text{tab})$, где

tab – тетрааминобутан, и кластерных анионов $[\text{Re}_4\text{Q}_4(\text{CN})_{12}]^{4-}$ и $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{4-}$. Эти анионы служат элементами, посредством которых цепочки сшиваются в слоистые структуры (рис.6).

Итак, на основе кластерных халькоцианидных комплексов разной нуклеарности мы сумели получить сложные координационные полимеры разнообразного устройства. В результате этих работ мы нашли некоторые общие подходы к управлению процессами кристаллизации и формирования кристаллической структуры таких полиме-

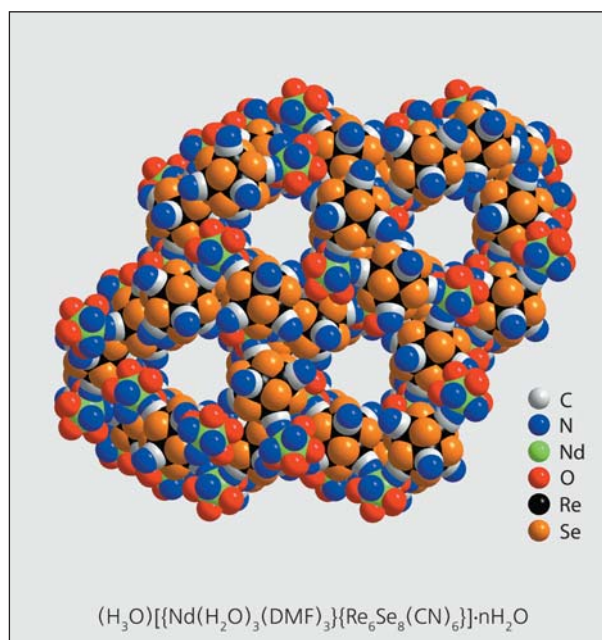
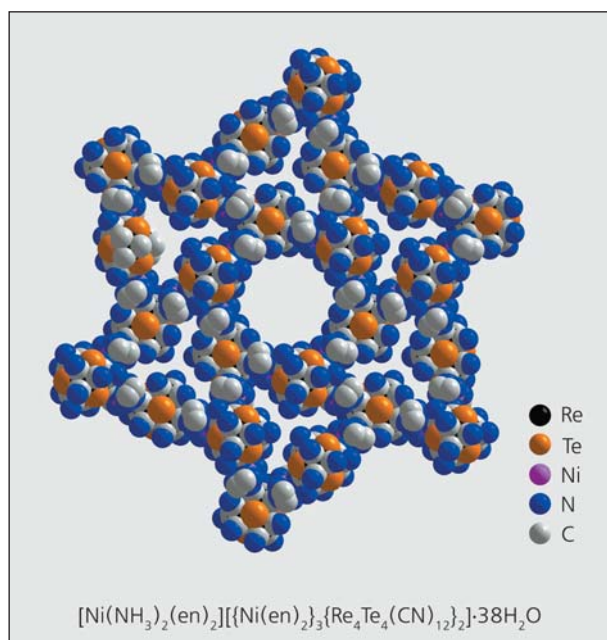


Рис.5. Соединения канального типа.

ров. Это открыло путь для направленного синтеза кластерных материалов с заданным строением и прогнозируемыми свойствами.

Арсенал средств, позволяющий осознанно управлять процессом, у экспериментатора не слишком велик. Один из таких доступных рычагов — химическая модификация реагирующих комплексов. Благодаря ей можно придать строительным блокам желаемые свойства.

Инструмент тонкой настройки

Поскольку ионы халькогенидов (S^{2-} , Se^{2-} , Te^{2-}) кристаллохимически подобны, с любым из них можно получить тетра- и октаэдрические халькоцианидные комплексы рения — $[\{\text{Re}_4\text{Q}_4\}(\text{CN})_{12}]^{4+}$ или $[\{\text{Re}_6\text{Q}_8\}(\text{CN})_6]^{4+}$, где $\text{Q} = \text{S}$ или Se , Te , в том числе и соединения со смешанными μ_3 -лигандами в кластерном ядре. Простое изовалентное замещение

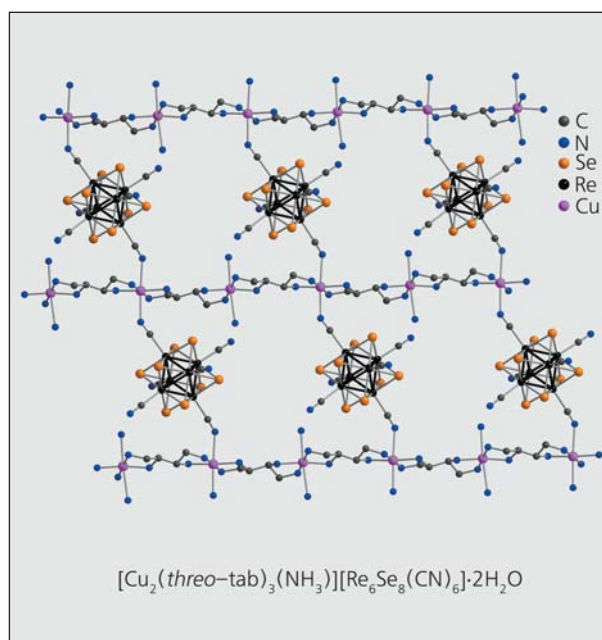
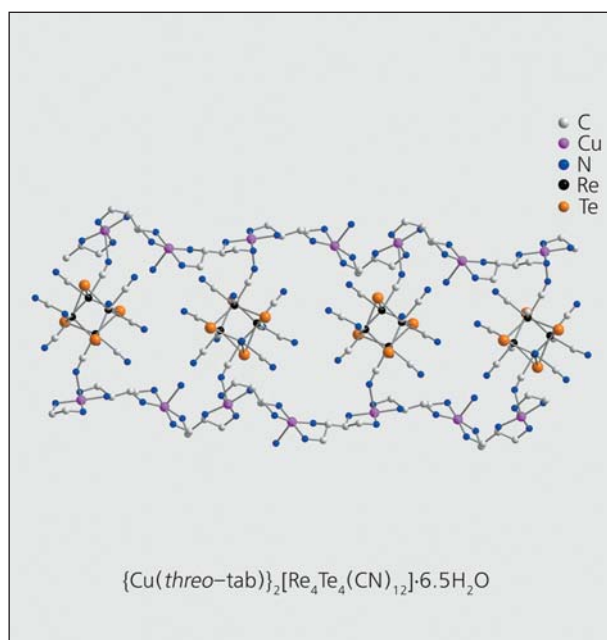


Рис.6. Примеры хиральных соединений.

μ_3 -лигандов (например, теллура на серу или селен) не приводит к драматическим последствиям. Однако подобная модификация кластерного ядра способна послужить инструментом тонкой настройки электронных и, как следствие, химических свойств комплексов. Судя по квантовохимическим расчетам, в октаэдрических комплексах $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{4+}$ эффективный заряд на атоме азота цианогруппы заметно возрастает при переходе от сульфидных к теллуридным комплексам: -0.406 (S); -0.419 (Se); -0.424 (Te). Такое изменение зарядового состояния концевых атомов амбидентатной цианогруппы, обусловленное усилением ковалентной связи Re-Q в ряду $\text{S} \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{Te}$, влечет за собой более выраженные нуклеофильные свойства теллуридных комплексов. Таким образом, электронные особенности определяют химическое поведение комплексов разного состава в реакциях с катионами металлов: мы уже отмечали, что теллуридные комплексы часто проявляют индивидуальность. Подобное, но более слабое, хотя вполне заметное влияние установлено и для тетраэдрических халькоцианидных комплексов $[\text{Re}_4\text{Q}_4(\text{CN})_{12}]^{4+}$.

Более драматические изменения происходят при неизовалентных замещениях μ_3 -лигандов. Так, при замене в кластерном ядре $\{\text{Re}_6\text{Se}_8\}^{2+}$ четырех ионов халькогенида Q^{2-} на ионы галогенида Y^- меняется заряд ядра $\{\text{Re}_6\text{Se}_4\text{Y}_4\}^{6+}$. Как следствие этого меняются и стехиометрия, и структура кластерного комплекса.

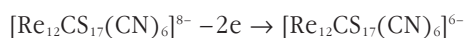
Следует отметить, что в системах, где образуются соединения со смешанными лигандами, всегда возникает проблема, связанная с наличием изомерии лигандного окружения. Например, в относительно простой системе Re-Te-Se в реакционной смеси могут одновременно существовать 22 химические формы — кластерные ядра разного состава и их изомеры $\{\text{Re}_x\text{Te}_{8-x}\text{Se}_x\}$ ($0 \leq x \leq 8$). Все они обнаружены нами экспериментально методом ЯМР на ядрах ^{125}Te и ^{77}Se . Если разные химические формы и их изомеры существуют в равновесии, выделение отдельных изомеров требует дополнительного внимания и экспериментального мастерства.

За счет направленной химической модификации кластерных халькоцианидов можно реорганизовать не только кластерное ядро, но и его внешнее окружение. Нам удалось получить комплексы, в которых терминальными лигандами служат как CN-группы, так и ионы галогенида. Один из таких комплексов — $[\text{Re}_6\text{Se}_8(\text{CN})_4\text{Br}_2]^{4+}$. Наличие в нем четырех цианидных лигандов, локализованных в экваториальной плоскости, кажется благоприятным фактором для конструирования слоистых структур. Мы намереваемся экспериментально подтвердить этот прогноз.

Влияние химической модификации не ограничивается перечисленными изменениями. Этим же способом можно эффективно воздействовать на электронные свойства кластерных комплексов.

Так, путем одноэлектронного окисления диамагнитных анионов $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{4-}$, которые характеризуются яркой люминесценцией в красной области спектра, их легко превратить в парамагнитные комплексы $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{3-}$, уже не проявляющие люминесцентных свойств. Возможность управлять оптическими и магнитными свойствами посредством обратимых окислительно-восстановительных реакций представляет большой практический интерес для конструирования материалов с контролируемыми функциональными характеристиками.

Интересно отметить, что если окисление $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{4-}$ не сопровождается заметными искажениями в геометрии комплекса, то двухэлектронное окисление двенадцатиатомного комплекса



приводит к драматическим изменениям расстояний между его октаэдрическими фрагментами: расстояние Re-Re в призме $[\text{Re}_3(\mu_6\text{-C})\text{Re}_3]$, центрированной атомом углерода, уменьшается с 3.2 до 2.9 Å [11]. Этот эффект может быть использован для создания молекулярного электронного переключателя.

Мы уже отмечали, что химическая модификация катионных комплексов, которые связывают кластерные халькоцианиды через CN-лиганды, позволяет регулировать характер связывания и конструировать структуры разной размерности. Наиболее эффективный подход для этого — частичное блокирование координационных мест в комплексах конкурирующими лигандами, например молекулами аммиака или хелатирующими

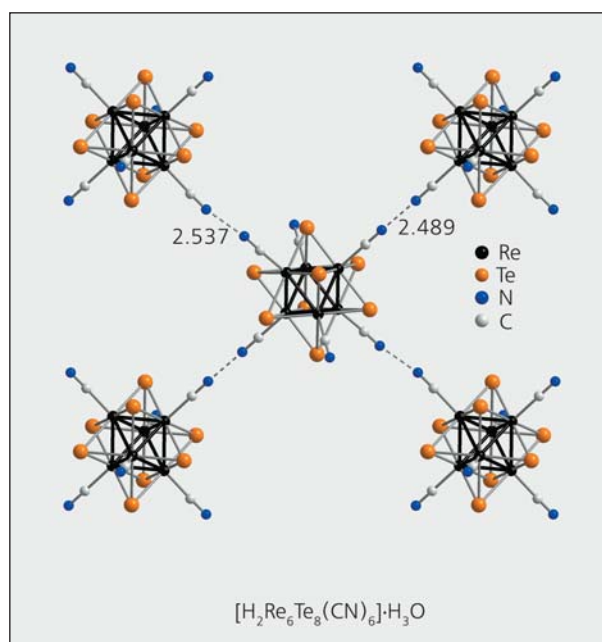


Рис. 7. Слоистая структура, в которой соседние цианогруппы соединяются протонами.

аминами, такими как этилендиамин, диэтилен-триамин и т.п. При такой блокировке лишь некоторые позиции, занятые лабильными лигандами (например, молекулами воды, ацетонитрила и т.п.), остаются доступными для атаки CN-группой кластерного комплекса. Можно создать подобные реакционноспособные позиции с желаемой геометрией (*транс*- или *цис*-), а это дает экспериментатору возможность управлять структурой целевого соединения. Такой подход особенно эффективен при конструировании соединений пониженной размерности со структурами слоистого и цепочечного типов.

Недавно мы обнаружили, что в кислых водных растворах связывание халькоцианидных анионов $[\text{Re}_6\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{4-}$ может осуществляться посредством водородной связи, т.е. без участия катионов металлов. В результате этого процесса образуются линейные цепочки или слои, в которых протоны H^+ занимают позиции между цианогруппами соседних кластеров $\text{CN}\dots\text{H}\dots\text{NC}$, сближая комплексы на очень короткие расстояния (рис.7).

* * *

Цианидные комплексы занимают видное место в координационной химии переходных металлов. При исследовании этой группы соединений были развиты некоторые концептуальные закономерности в строении и электронных свойствах не только цианометаллатов, но и других комплексов. Цианиды нашли разнообразные практические применения, начало которым было положено в 1704 г., когда берлинский красильщик мастер Дизбах случайно синтезировал берлинскую лазурь и использовал ее в качестве краски. Таким образом, история цианидов уже отметила свой 300-летний юбилей. Химия металлокластерных цианидов значительно моложе. Как мы уже упоминали, первые статьи по синтезу координа-

ционных цианомостиковых полимеров на основе тетраэдрических и октаэдрических комплексов ($[\text{Re}_4\text{Te}_4(\text{CN})_{12}]^{4-}$ и $[\text{Re}_6\text{Se}_6(\text{CN})_6]^{4-}$) были опубликованы в 1998 г. Так что химии металлокластерных цианидов исполнилось лишь 10 лет. За эти годы получено более двух сотен сложных координационных полимеров с самыми разнообразными структурами, изучены их свойства и сделаны обобщения, имеющие принципиальный характер.

Полученные данные по химии кластерных цианидных комплексов во многом оригинальны по сравнению с моноядерными цианометаллатами. Лишь четыре структурных типа оказались общими для моноядерных и кластерных систем. Тем не менее в обеих можно найти много общего в характере цианомостиковых взаимодействий.

Мы провели также первые эксперименты с кластерными цианоккомплексами других металлов — Nb, Mo, W. В ходе этих работ обнаружили закономерности, причем фундаментального характера — они проявляются и в родственных комплексах.

Приятно отметить высокий индекс цитируемости наших работ (одна из первых публикаций [13] за прошедшие девять лет цитировалась более 100 раз). Это может свидетельствовать о большом научном интересе к данным комплексам. Есть надежды, что он не останется чисто академическим, а подобные материалы с различными функциональными свойствами найдут практическое применение.

Как известно, химия — наука о превращении веществ. В наших исследованиях металлокластерные халькоцианидные комплексы активно участвовали в разнообразных химических процессах и проявляли индивидуальное поведение. Своими превращениями они доказали, что принадлежат к миру незастывших форм. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 96-03-32955, 99-03-32789, 02-03-32264, 05-03-08090, 07-03-00912.

Литература

1. Cotton F.A. // Inorg. Chem. 1964. V.3. P.1217—1220.
2. Комтон Ф.А., Уолтон Р. Кратные связи металл-металл. Перев. с англ. М., 1985.
3. Губин С.П. Химия кластеров. Основы классификации и строение. М., 1987.
4. Saito T. // J. Chem. Soc. Dalton. Trans. 1999. V.97. P.97—105.
5. Metal Clusters in Chemistry / Eds P.Braunstein, L.A.Oro, P.R.Raihyby. V.1—3. N.Y., 1999.
6. Gabriel J.C.P., Boubekour K., Uriel S., Batail P. // Chem. Rev. 2001. V.101. P.2037—2066.
7. Sokolov M.N., Fedin V.P., Sykes A.G. // Comp. Coord. Chem. 2003. V.3. P.761—944.
8. Федоров В.Е., Миронов Ю.В., Наумов Н.Г. и др. // Успехи химии. 2007. Т.76. С.571—595.
9. Li H., Eddaoudi M., O'Keeffe M., Yaghi O.M. // Nature. 1999. V.402. P.276—279.
10. Kitagawa S., Kitaura R., Noro S. // Angew. Chem. Int. Ed. 2004. V.43.
11. Mironov Y.V., Naumov N.G., Kozlova S.G. et al. // Angew. Chem. Int. Ed. 2005. V.44. P.6867—6871.
12. Mironov Y.V., Virovets A.V., Fedorov V.E. et al. // Polyhedron. 1995. V.14. P.3171—3173.
13. Naumov N.G., Virovets A.V., Sokolov M.N. et al. // Angew. Chem. Int. Ed. 1998. V.37. P.1943—1945.
14. Mironov Y.V., Virovets A.V., Artemkina S.B., Fedorov V.E. // Angew. Chem. Int. Ed. 1998. V.37. P.2507—2509.
15. Наумов Н.Г., Вировец А.В., Федоров В.Е. // Журн. структур. химии. 2000. Т.41. С.609—638.

Геофизика

Как Англия была изолирована

Выдвинутая в 80-е годы XX в. гипотеза, согласно которой Англия оказалась надежно изолированной от материковой Европы вследствие катастрофических прорывов ледниковых вод, недавно подтверждена геофизиком С.Гупта (S.Gupta; Имперский колледж в Лондоне).

С помощью высокоточных сонаров он создал трехмерную карту рельефа пролива Ла-Манш и указал на геологические признаки гигантской долины, которые представлены следами эрозии, характерными для стремительных водотоков. 400 тыс. лет назад вода прорвала естественную плотину, связывавшую современные города Дувр и Кале. Выше этой плотины находилось огромное ледниковое озеро, и когда оно оказалось переполненным, возникший поток, расход которого оценивается более чем в 1 млн м³/с, размыл перешеек, связывавший Англию и Францию.

Второй аналогичный прорыв, скорее всего, произошел 160 тыс. лет назад, когда на юге Северного моря сформировалось озеро. Возникший вследствие его переполнения поток сделал Англию полностью островным объектом.

Такая изоляция, по-видимому, объясняет также, почему заселение Англии вынужденно задержалось почти на 120 тыс. лет. Science et Vie. 2007. №1080. P.30 (Франция).

Гляциология

Чей вклад в повышение уровня океана больше?

По мнению М.Мейера (M.Meier; Университет штата Колорадо, Боулдер, США), таяние полярных покровных ледников происходит не столь быстро: так, ледники Гренландии и Антарктиды вносят

в подъем уровня Мирового океана не более 28 и 12% соответственно. Основными причинами происходящего подъема уровня моря служат тепловое расширение воды и таяние небольших горных ледников умеренного пояса, а также ледяных полей, примыкающих к периферии полярных покровных ледников. По расчетам Мейера, этот вклад оценивается в 417 млрд м³ воды в год, что равно объему вод оз.Эри в Северной Америке. Более того, таяние этих ледников ускоряется за последние 10 лет столь быстро, что оно будет приносить больше воды, чем таяние полярных ледниковых щитов, вплоть до конца этого века. К тому времени вода горных ледников и ледовых полей поднимет уровень моря на 10–25 см.

Science et Vie. 2007. №1080. P.31 (Франция).

Геология

Изучаются горы Гамбурцева

В рамках Международного полярного года Австралия и США работают на проекте «Gamseis»; его цель — изучение гор Гамбурцева, погребенных под 600-метровой толщей льда. Эта горная цепь, открытая еще в 1958 г., расположена в центре Восточной Антарктиды; она протянулась более чем на 1200 км при высоте до 3500 м. Геологи выдвинули три возможных сценария ее образования: отдаленные последствия столкновения огромной континентальной плиты с меньшей по площади плитой; образование горной цепи благодаря горячей точке, излившей огромные объемы магмы до того, как их покрыл толстый слой льда; согласно третьему (совершенно новому) сценарию, ледниковая аб-

разия могла в каком-то месте истончить континентальную кору, а давление мантии — приводить к ее локальному выдавливанию. Для выяснения современного состояния геологических процессов ученые намерены разместить 25 автономных сейсмических станций и провести картографирование всей горной цепи с использованием радаров, установленных на самолетах.

Sciences et Avenir. 2007. №724. P.17 (Франция).

Биофизика

Робот-водомерка

Робот, способный «ходить» по поверхности воды, разработан в Университете Карнеги-Меллон в Питтсбурге (США). Прообразом такого робота послужили водомерки — насекомые, относящиеся к отряду клопов. Окончания их лапок оснащены множеством не смазываемых водой щетинок, благодаря чему они не могут проткнуть водную поверхность и насекомые удерживаются над ней силами поверхностного натяжения.

Используя этот принцип, создатели робота снабдили его 12 лапками с тефлоновым покрытием. Приводимые в движение миниатюрным электродвигателем, лапки создают вихри на поверхности воды, толкающие робот вперед.

На протяжении трех лет исследователи испытывали различные прототипы, и последний вариант оказался наиболее маневренным и бесшумным. Робот весит всего 7 г, он снабжен батарейкой и беспроводной системой дистанционного управления. Авторы разработку полагают, что он вполне подходит для массового производства и продажи, сначала в качестве игрушки.

Science et Vie. 2007. №1080. P.26 (Франция).

Нарушения принципа «бритвы Оккама» в современной минералогии

Б.Е.Боруцкий, В.С.Урусов

Проблемы минералогической номенклатуры имеют не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку они затрагивают основные фундаментальные понятия минералогии: что такое минерал и минеральный вид, каковы соотношения между видом и разновидностями вида и какие разновидности имеют право на существование, по каким принципам должна проводиться систематизация минеральных видов и т.п. От того, как будут решены эти вопросы в минералогии, зависит и состояние номенклатуры в смежных геологических науках — петрологии, геохимии. Например, распространенные в земной коре породы — альбититы, олигоклазиты, андезиты, лабрадориты, анортозиты, названы по характерному в их составе плаггиоклазу — альбиту, олигоклазу, андезину, лабрадору, анортиту. Если содержание данных понятий, в свете новых веяний в минералогии, будет пересматриваться (а такие угрозы реально существуют), то и петрологические термины потеряют свой изначальный смысл.

Проблема видообразования остра во всех естественных науках, так как вид — основная единица систематизации их объектов. В биологии идеи К.Линнея (1707—1778) о неиз-



Борис Евгеньевич Боруцкий, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, специалист в области фундаментальной и регионально-генетической минералогии.



Вадим Сергеевич Урусов, академик РАН, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой кристаллографии и кристаллохимии геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — кристаллохимия минералов и геохимия твердого тела.

меняемых биологических видах были справедливо подвергнуты критике Ж.-Б.Ламарком (1744—1829). Вначале это привело к такому же «беспределу», который мы сейчас наблюдаем в минералогии, когда чуть ли не каждый сорт растений и породу животных некоторые исследователи стали возводить в ранг новых биологических видов. Противоречия были принципиально разрешены на основе неодарвинизма, понимания того, что биологический вид — понятие генетическое, возникающее в ходе эволюции организмов. Кроме того, биологи (в отличие от нас — минералогов) уже давно поняли, что организмы могут изучаться на разных уровнях системности и организации живого вещества — молекулярном, клеточном, тканевом, популяционном, интересующем нас видовом и далее — биогеоценоотическом и биосферном. Однако этого до сих пор не хотят понять исследователи минерального вещества.



«Pluralitas non est ponenda sine necessitate» — «Не следует множить сущее без необходимости».

«Frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora» — «То, что можно объяснить посредством меньшего, не следует выражать посредством большего»

У.Оккам

Кто такой Оккам и что это за «принцип бритвы Оккама»?

Проблема обоснования новых научных понятий детально рассматривалась еще древними философами, была предметом ожесточенных споров и даже стоила кому-то жизни, хотя часто новое — хорошо забытое старое. Вот почему мы обратились к личности Уильяма Оккама и его идеям. Оккам (~1285—1349) — английский монах-францисканец, философ-номиналист (*nomes* — лат. — имя, слово, понятие, термин; отсюда — номенклатура, т.е. терминология — наука об образовании и толковании терминов).

В XIII—XIV вв. наукой занимались монахи, и сводилась она, преимущественно, к философии и теологии. Францисканцы (последователи Франциска Ассизского, 1182—1226) в те годы отрекались от мирских благ, раздавали свое имущество бедным и, одевшись в грубое платье и подпоясавшись веревкой, уходили проповедовать «в народ» «вечные истины». Там у них была прекрасная возможность созерцать природу, открывать эмпирические ее законы, подумать о мироздании, и, в конце концов, прийти к выводам, не совместимым с догматами церкви.

Философы-номиналисты придавали особое значение обоснованности выделяемых научных понятий и терминов, с тем, чтобы они отражали сущность природных объектов и явлений. Еще основатель реалистической философии Аристотель (384—322 гг. до н.э.) провозгласил, а вслед за ним номиналисты утверждали, что термины и понятия абстрагируются от реально существующих в природе объектов, обозначая определенную их совокупность, объединенную наличием каких-то одинаковых свойств или признаков. Они настаивали на том, что признаки эти должны быть наиболее существенными. Только тогда существо понятий или терминов будет определенным, однозначным. Если эти понятия не подкрепляются свойствами или взаимоотношениями между реально существующими объектами, то это не научные понятия, а догмы, принимаемые на веру. В частности, Оккам пришел к выводу, что понятие «Бог» по этой причине должно быть дискредитировано. Оно не

имеет отношения к науке и принимается всего лишь на веру. Естественно, что за подобные проповеди Оккам, в конце концов, в Англии был брошен в тюрьму, но ему удалось бежать и продолжать работать, скрываясь в Италии.

Принцип «бритвы Оккама» — методологический принцип редукционизма, закон «достаточного основания», выраженный в цитате: «Pluralitas non est ponenda sine necessitate» — «Не следует множить сущее без необходимости»*. Она дополняется изречением: «Frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora» — «То, что можно объяснить посредством меньшего, не следует выражать посредством большего» (Ockham. Philosophical Writings). Иными словами, следует отсекается более существенное от менее существенного и описывать последнее с помощью понятий более низкого ранга.

Возвращение к этому общему методологическому принципу оказалось актуальным в наши дни, поскольку, как мы полагаем, ему противоречит существо основных фундаментальных положений современной описательной минералогии и практика их применения, что самым негативным образом сказывается на развитии минералогической и геологической наук в целом. Возвращаясь к минералогической номенклатуре, попробуем выяснить, что же в ее понятиях является наиболее существенным, а что менее. Почему в наше время происходит взрывное увеличение числа минеральных видов и что мешает исследователям использовать наряду с понятием минеральный вид такие понятия, как его разновидности?

Что же наиболее существенно в понятии минерал?

Минералогия изучает природные химические соединения. Но, поскольку она — наука геологическая, т.е. естественно-историческая, она не ограничивается изучением только фактического химического состава и структуры минерала,

* Некоторые исследователи уточняют текст «не следует множить...» словами «и сокращать». Это совершенно верно и очень важно — и мы так данный принцип и понимаем.



«По концепции русских исследователей, минералогия призвана изучать все химические соединения земной коры — молекулы, кристаллические решетки, коллоидальные обломки этих решеток или аморфные и жидкие тела... Не надо забывать, что минерал не просто химическое соединение из учебника химии, а природное тело со всей сложностью его законов и его историей».

А.Е.Ферсман

но исследует процессы его образования в конкретных геологических обстановках, устойчивость при тех или иных физико-химических параметрах, характер изменения в геологическом времени. Следовательно, наиболее общее фундаментальное определение, отражающее существо данного понятия, — следующее: «Минералы — природные химические соединения, образующиеся при геохимических процессах».

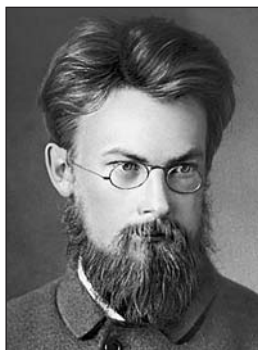
Это определение не требует ни уточнения, ни ограничений. Попытка рассматривать минералы как всего лишь часть полученных химиками искусственных соединений, с перенесением на них принятой в химии номенклатуры и химических принципов систематизации, — это стремление рассматривать минералы в рамках другой науки — химии, по другим (не геологическим) законам. Ограничение понятия «минерал» наличием кристаллической структуры оставляет вне поля интересов минералогии такие важные для геологии объекты, как тонкодисперсные образования и метакolloиды.

Именно так, как геологическое тело (и не обязательно кристаллическое) рассматривали минерал наши великие минералоги А.Е.Ферсман (1883—1945) и В.И.Вернадский (1863—1945). Известно, что Вернадский считал минералом даже воду. Кстати, вода также имеет структуру, хотя ее нельзя назвать кристаллической, так как существующий в ней порядок распространяется только на небольшое число ближайших соседей каждой данной молекулы H_2O .

Таким образом, наиболее существенное в понятии «минерал» то, что это естественное природное образование, формирующееся в конкретном геологическом процессе. Поэтому минералы должны пониматься, изучаться и систематизироваться такими, какими существует в природе, в тех реальных геологических обстановках и при тех реальных физико-химических параметрах, при которых они образуются и продолжают существовать в геологическом времени. Вынутый из природной обстановки, даже самым детальнейшим образом химически и структурно изученный минерал перестает быть минералом, превращаясь в объект совсем другой науки — химии!

Существенное и несущественное в понятии «минеральный вид»

Минеральный вид — основное классификационное понятие минералогии. В соответствии с принципом Оккама, оно должно адекватно отображать реально существующие в природе совокупности минеральных индивидов с их характерными свойствами. Если требуются уточнения, их следует выражать посредством понятий более низкого ранга, в частности понятий о разновидностях минерального вида — химических, структурных, морфологических или иных, отражающих какие-либо второстепенные специфические их особенности. Главная трудность — прийти к согласию в том, что в понятии «минеральный



«Ни один минерал, как бы редок он ни был, и как бы ничтожна ни была отвечающая ему масса вещества, не есть случайное явление. Он тесно генетически связан с образованием других минералов, определяет характер того химического равновесия, в результате которого они все получают...».

В.И.Вернадский



«Минералогия как учение о неорганических соединениях, составляющих наш земной шар, является лишь частью химии, на данных которой она всецело и исторически основывается».

И.Я.Берцелиус

вид» наиболее существенно, а что менее существенно или совсем не существенно.

Отцом систематики минералов обычно называют шведа И.Я.Берцелиуса (1779—1848), почетного члена Императорской Российской академии наук, который, будучи одновременно прекрасным химиком и минералогом, стал рассматривать минералогия как часть химии. Систематизировать минералы по химическому составу пытались и до него, но именно Берцелиус вошел в историю как создатель наиболее рациональной для того времени классификации на основе химических критериев, легко сумевший убедить минералогов в ее простоте и целесообразности. Подобные принципы оставались единственными и привычными вплоть до начала XX в. Появление рентгеноструктурного анализа привело к замене химической номенклатуры и систематики минералов структурно-химической.

Но даже в наше время, совсем недавно, обсуждая вопросы систематики минералов, наш крупнейший кристаллохимик Г.Б.Бокий (1909—2001) поддерживал идеи Берцелиуса. Он писал: «Минеральным видом называется простое вещество или его химическое соединение, выкристаллизовавшееся в результате гео- или космохимического процесса из природной физико-химической системы... Состав минерального вида соответствует компоненту или промежуточному химическому соединению этой системы... За границы вида в случае образования непрерывных твердых растворов между двумя предельными видами принимается их середина, т.е. 50%, в случае трех видов — 33.3%

и т.д.» [1]. Это правило («правило доминантности» или в обиходе «правило 50%») «пришло» к нам из химии, но после официального принятия рекомендаций об условных границах вида КНМНММА (Комиссия по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации), по мнению Бокия, стало «совершенно строгим» и для минералогов.

Но оно игнорирует выводы А.К.Болдырева, сделанные еще в 20-е годы прошлого столетия: «Под минералогическим видом мы будем разуметь все минералы, обладающие одним и тем же химическим составом и одним и тем же кристаллическим строением...Если какое-либо из соединений не известно в природе — оно не выделяется в качестве самостоятельного минерального вида» [2]. Болдырев не был согласен с «правилом 50%», поскольку оно часто находится в противоречии с естественно выделяемыми совокупностями минералов по генетическим признакам.

Например, крайние члены оливинового ряда — форстерит Mg_2SiO_4 и фаялит Fe_2SiO_4 — образуются достаточно редко и только в специфической геологической обстановке, в то время как промежуточные члены ряда более обычны и обнаруживают постепенные переходы. Болдырев предлагал делить двойные изоморфные ряды не на два, а на три минеральных вида (с одним промежуточным): A 0—25%, AB 25—75% и B 75—100%, а в тройной системе выделять соответственно не три, а семь минеральных видов: A , B , C , AB , AC , BC (0—17% третьего компонента) и ABC (17—33% третьего компо-



«Единственным достижением в классификации минералов за последние 100 лет можно считать то, что общепринятым стало характеризовать их по химическому составу».

Г.Б.Бокий



«Искусственными схемами мы будем пользоваться лишь тогда, когда у нас не будет никаких важных доводов в пользу иной более естественной разбивки».

А.К.Болдырев

нента). Понимая, что и такое выделение минеральных видов формально, он делал очень важную для настоящего обсуждения оговорку: «этими искусственными схемами мы будем пользоваться лишь тогда, когда у нас не будет никаких важных доводов в пользу иной более естественной разбивки».

Вспомним еще раз слова Ферсмана: «..вопрос о числе известных в земной коре минеральных видов получает более определенное решение лишь при уточнении самого понятия минеральный вид. М.Н.Годлевский и А.Г.Бетехтин совершенно правильно ввели в его определение физико-химическое начало, однако не могли избежать осложнений при анализе дисперсно-коллоидальных систем и изоморфных смесей. Чисто формальные подходы к классификации таких многофазных систем неприменимы, тем более что минерал является естественно-историческим телом, для которого закономерны и определены нередко совершенно специфические и сложные системы; тем более нельзя подойти чисто формально к разделению изоморфных рядов на самостоятельные виды и разновидности» [3].

Дальнейшее развитие эти идеи получили в работах Е.К.Лазаренко (1912—1979), предложившего относить индивиды с однотипной структурой, входящие в единый изоморфный ряд, к одному и тому же минеральному виду, а отдельные члены такого ряда (в том числе и крайние) — к его разновидностям [4].

Положение Ферсмана о важности физико-химического анализа при определении содержания понятия «минеральный вид» для нас фундамен-

тально, поскольку только таким путем раскрывается существо минерала как единства его химического состава, структуры и условий образования, и границы минерального вида определяются естественным путем, взамен искусственных схем или формальных правил.

Сказанное выше показывает, что наиболее существенным в понятии «минеральный вид» является выделение таких реально образующихся и существующих при определенных физико-химических параметрах совокупностей минеральных индивидов, какие характеризуются естественными пределами вариаций химического состава. В соответствии с этим мы предлагаем следующее уточненное его определение: «Минеральный вид — это естественная дискретная совокупность минеральных индивидов общего химического состава с самостоятельным полем стабильности, в пределах которого могут закономерно и непрерывно меняться как химический состав и физические свойства, так и некоторые особенности кристаллической структуры, не нарушающие, однако, основной ее мотив и структурный тип, и за пределами которого индивиды данного вида разрушаются или замещаются другими минералами».

Внутри этого определения есть понятие, которое вызывает значительные затруднения даже среди специалистов-кристаллохимиков, — «структурный тип». Его очень часто, даже в энциклопедиях и справочниках [5], путают с изоструктурностью, считая, что к одному и тому же структурному типу принадлежат кристаллические



«Минеральные индивиды однотипной структуры, характеризующиеся непрерывным изоморфизмом в определенных естественных пределах, должны быть отнесены к одному минеральному виду, а отдельные члены этого ряда — к разновидностям данного вида».

Е.К.Лазаренко

структуры с одинаковой пространственной группой симметрии. Тем не менее неоднократно подчеркивалось [6], что эти понятия относятся к различным, хотя и частично перекрывающимся явлениям. Типичным примером служит структурный тип перовскита CaTiO_3 , в котором кристаллизуются многочисленные минералы и неорганические соединения, принадлежащие к различным видам симметрии. Кроме ромбического перовскита (пространственная группа $Pbnm$) к его структурному типу принадлежат ромбический луешит NaNbO_3 ($Pbma$) и предположительно моноклинный натрониобит того же состава, кубический таусонит SrTiO_3 ($Pm\bar{3}m$), тетрагональный македонит PbTiO_3 ($P4mm$) и некоторые другие минералы. А хорошо изученный пьезоэлектрик BaTiO_3 кристаллизуется во всех сингониях, кроме триклинной. Его модификации, принадлежащие к общему структурному типу перовскита, описываются семью (!) различными пространственными группами симметрии, хотя различие между всеми этими структурами создается весьма незначительным смещением отдельных атомов (обычно сдвигами атомов титана из центра октаэдра в разных кристаллографических направлениях).

Вместе с определением понятия «минеральный вид» необходимо определить и сопутствующее ему важное понятие разновидности минерального вида: разновидность минерального вида — совокупность минеральных индивидов данного минерального вида, объединенных близостью химического состава, физических свойств (например, цветом, плотностью и др.) или изоструктурностью (одной и той же пространственной группой симметрии в пределах устойчивости структурного типа данного минерального вида). Необходимым дополнением к этому определению служит следующее замечание: разновидности минерального вида, находящиеся в парагенетических соотношениях (например, в отдельных участках минеральных индивидов), не отделяются друг от друга фазовыми границами и поверхностями раздела, т.е. находятся в пределах общего поля стабильности.

Типичные примеры структурных разновидностей дает минеральный вид кварца SiO_2 : α -кварц ($P3_121$, $P3_221$), β -кварц ($P6_222$, $P6_422$), левый кварц ($P3_121$, $P6_222$) и правый кварц ($P3_221$, $P6_422$). Все они с разной пространственной симметрией принадлежат к структурному типу кварца. Многие цветовые разновидности кварца, такие как горный хрусталь, цитрин, аметист, морион, хорошо известны даже неспециалистам. Не менее известны его многочисленные морфологические разновидности: двойники и друзы, игольчатый, скипетровидный, колпачный, звездчатый, ячеистый, скрученный кварц и др.

Большое число примеров структурных разновидностей (политипов) дают минералы со слоистыми структурами. Например, кронштедтит $\text{Fe}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ имеет 10 политипных разновидно-

стей: тригональные $1T$, $2T$, $3T$, $6R$, $9R$, гексагональные $6H$, $2H_1$, $2H_2$ и моноклинные $1M$, $2M_1$. Все они принадлежат к структурному типу серпентина.

Минеральные виды и разновидности

Наибольшее число затруднений и недоразумений вызывает выделение минеральных видов и разновидностей в случае образования протяженных или непрерывных изоморфных рядов между двумя или несколькими компонентами. Дело обстоит достаточно просто, когда имеется разрыв в химических составах. Тогда области составов между интервалами разрывов выделяют как самостоятельные минеральные виды. Если разрывов смесимости нет, необходимо использовать границы фазовых переходов или некоторые условные границы между отдельными минеральными видами или их разновидностями.

Генетически хорошо изученные минералы. В таких случаях проблема выделения минеральных видов решается естественным путем. Выделяемые совокупности индивидов отображаются на фазовых диаграммах. Так, для щелочных полевых шпатов границы между видами устанавливаются по кривым кристаллизации (ликвидуса—солидуса), кривым фазового распада (солювуса) и фазовых переходов [7, 8]. Выделенные виды определяются полями их стабильности на фазовых диаграммах $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 и $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. И они принципиально отличаются от видов, которые следовало бы выделить в соответствии с рекомендациями КНММ МА по формальному «правилу 50%». Мало того, выясняется, что содержание генетически выделенных видов меняется в зависимости от изменения температуры минералообразования и системы, выбранной для их описания. Например, в низкотемпературных микроклине и альбите может содержаться соответственно не более 10% Na-компонента и 5% K-компонента (а не 50%). Изоморфный ряд в этом случае разорван областью несмесимости. А в высокотемпературных санидине и анортоклазе — до 80—95% Na-компонента (больше 50%) и до 5—20% K-компонента (значительно меньше 50%). Изоморфный ряд разрывается здесь границей фазового превращения с изменением симметрии: $C2/m \rightarrow C\bar{1}$. Непрерывность изоморфного ряда между $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ и KAlSi_3O_8 наблюдается выше 1000°C . Все его члены моноклинные. По предложению Лазаренко [4], этот изоморфный ряд можно считать единым минеральным видом, подразделяя его (при желании) на условные разновидности по химическому составу: мональбит—анортоклазы—Na-санидины—Na,K-санидины—K-санидин.

Генетически недостаточно изученные минералы. В данном случае естественные критерии применять намного сложнее, что оставляет поле

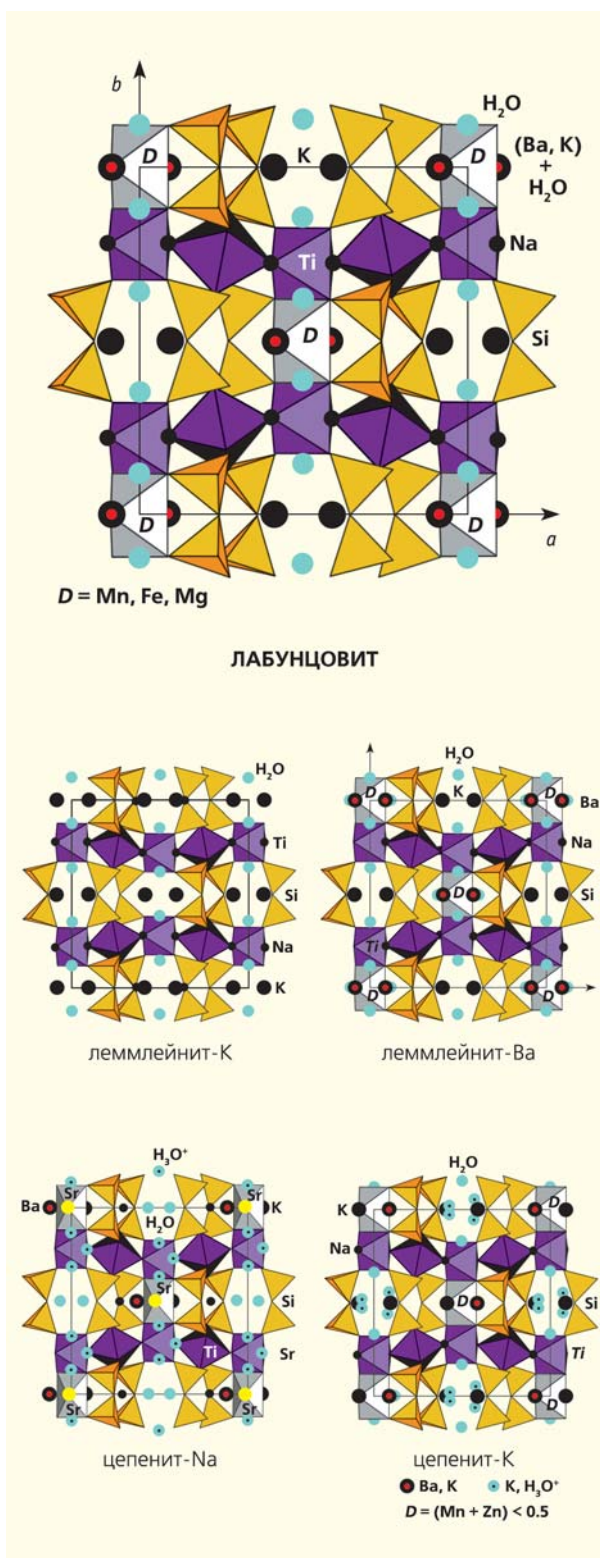
для многочисленных неоднозначных трактовок. Как правило, в эту группу входят редкие минералы со сложными изоморфными замещениями. Вхождение тех или иных компонентов (в основном микропримесей) требует частичной локальной перестройки структуры. При этом общий химический состав практически не изменяется. Таким образом, с точки зрения принципа Оккама подобные изменения состава и структуры минерала не являются существенными. Тем не менее в последние годы минералогия захлестнуло интенсивное размножение, или «клонирование» [9], минеральных видов за счет уже известных ранее минералов, засоряющее номенклатуру генетически необоснованными «мертворожденными» видами. КНМНМ ММА еще более усугубила проблему, распространив «принцип доминантности» содержания компонентов на отдельные неэквивалентные позиции в кристаллической структуре. Тем самым КНМНМ ММА фактически утвердила в качестве основополагающих видообразующих признаков второстепенные изменения в химическом составе и структуре минералов.

В результате химические анализы минералов, особенно с обширным набором определяемых компонентов и широкими их вариациями, вместо детального их рассмотрения стали округляться, упрощаться, подгоняться под «доминантные» содержания, в которых преобладающий компонент нередко едва превышал 50 отн. % в какой-либо из позиций. Составы минералов вместо анализа их вариаций в конкретных геологических обстановках стали приводиться к крайним членам воображаемых двойных гипотетических изоморфных рядов. Да и сама диагностика минералов стала невозможной без прецизионного уточнения кристаллической структуры, которую необходимо выполнить для каждого из исследуемых образцов, чтобы определить конкретную заселенность позиций. Подобные исследования с достаточной точностью и надежностью возможно выполнить далеко не в каждой лаборатории, учитывая одновременно присутствие многих химических элементов, часто в одной и той же позиции.

Проблема недостаточно обоснованного размножения минеральных видов частично обсуждалась в «Природе» [8] на примере эвдиалита—эвколита. В данной публикации мы рассмотрим эту проблему на примере минералов групп лабунцовита—ненадкевичита и ловозерита.

Минералы группы лабунцовита — ненадкевичита

Еще совсем недавно в ней было всего два минеральных вида: моноклинный титаносиликат — лабунцовит и ромбический ниобосиликат — ненадкевичит. Теперь их уже 30 [10], подразделенных на 10 подгрупп: ромбическую и девять моноклинных



Кристаллические структуры лабунцовита и некоторых его аналогов. Все эти рассматриваемые в настоящее время в качестве самостоятельных минеральных видов образования относятся к одному и тому же структурному типу и различаются лишь характером заселения внекаркасных «цеолитных» позиций.

Таблица

Кристаллохимические характеристики минералов группы лабунцовита-ненадкевичита (жирным шрифтом выделены заглавные минералы подгрупп)

Минеральный вид	Пространственная группа	Соотношение параметров ячейки относительно лабунцовита	Идеализированная формула
Ненадкевичит	<i>Pbam</i>	$a/2(2c-a/2)b/2$	$Na_{8-3}[Nb_4(Si_4O_{12})_2(O)_4] \times 8H_2O$
Коробищнит	<i>Pbam</i>	$a/2(2c-a/2)b/2$	$Na_{8-3}[Ti_4(Si_4O_{12})_2(OH)_4] \times 8H_2O$
Леммлейнит-К	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$Na_4K_4K_4[Ti_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 8H_2O$
Леммлейнит-Ва	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$Na_4K_4Ba_{2+x}[Ti_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 8H_2O$
Вуориярвит-К	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(K,Na,Ca,Sr,Ba)_{12-3}[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 12-16H_2O$
Вуориярвит-На	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Na,K,Ca,Sr,Ba)_{12-3}[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 12-16H_2O$
Вуориярвит-Ва	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Ba,Na,Ca,Sr,K)_{12-3}[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 12-16H_2O$
Вуориярвит-Са	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Ca,K,Na,Ba)_{12-3}[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 12-16H_2O$
Цепенит-К	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(K,Ba,Na)_{12-3}[(Ti,Nb)_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 12-16H_2O$
Цепенит-На	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Na,H_3O,K,Sr,Ba)_{12-3}[(Ti,Nb)_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 12-16H_2O$
Цепенит-Са	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Ca,K,Na)_{8-4}[(Ti,Nb)_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 12-16H_2O$
Цепенит-Сг	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Sr,K,Na,Ca,Ba,H_3O)_{8-3}[(Ti,Nb)_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 12-16H_2O$
Парацепенит-Ва	<i>Cm</i> или <i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$(Ba,Na,K)_{24-3}(Ti,Nb)_{16}[Si_4O_{12}]_8(O,OH)_{16} \times 24-32H_2O$
Лабунцовит-Мп	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$Na_4K_4Mn_2[Ti_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 10-12H_2O$
Лабунцовит-Fe	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$Na_4K_4Fe_2[Ti_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 10-12H_2O$
Лабунцовит-Mg	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$Na_4K_4Mg_2[Ti_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 10-12H_2O$
Лабунцовит-□	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$Na_{3.5}K_4Ba_{0.5}(Mn,Fe)_{0.9}(H_2O)_{1.8}[(Ti_{7.8}Nb_{0.2})(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 5.4H_2O$
Паралабунцовит-Mg	<i>I2/m</i>	<i>ab2c</i>	$Na_8K_8Mg_4[Ti_{16}(Si_4O_{12})_8(O,OH)_{16}] \times 20-24H_2O$
Паралабунцовит-Fe	<i>I2/m</i>	<i>ab2c</i>	$Na_8K_8(Fe,Mg)_4[Ti_{16}(Si_4O_{12})_8(O,OH)_{16}] \times 20-24H_2O$
Паралабунцовит-□	<i>I2/m</i>	<i>ab2c</i>	$Na_8K_8(Mn,Mg,Fe)_{1.06}[Ti_{16}(Si_4O_{12})_8(O,OH)_{16}] \times 20-24H_2O$
Гутковаит-Мп	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Ca, \square)_2K_4Mn_2[(Ti_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 10H_2O$
Алсахаровит-Zn	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Na,Sr)_2(\square,K)_4Zn_2[(Ti_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 14H_2O$
Нескевараит-Fe	<i>Cm</i>	<i>abc</i>	$(Na,K)_4K_4Fe_4[(Ti_8(Si_4O_{12})_4(O,OH)_8] \times 12H_2O$
Органоваит-Мп	<i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$K_4Mn_2[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 10-14H_2O$
Органоваит-Zn	<i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$K_4Zn_2[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 10-14H_2O$
Гьердингенит-Fe	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$K_4Fe_2[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 10-12H_2O$
Карупмёллерит-Са	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$(Na,Ca,K)_4Ca_4[Nb_8(Si_4O_{12})_4(O)_8] \times 14H_2O$
Кузьменкоит-Мп	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$K_4Mn_2[Ti_8(Si_4O_{12})_4(OH)_8] \times 10-12H_2O$
Кузьменкоит-Zn	<i>C2/m</i>	<i>abc</i>	$K_4Zn_2[Ti_8(Si_4O_{12})_4(OH)_8] \times 10-12H_2O$
Паракузьменкоит-Fe	<i>C2/m</i>	<i>ab2c</i>	$(K,Ba)_8Fe_4[Ti_{16}(Si_4O_{12})_8(O,OH)_{16}] \times 20-28H_2O$

(пять с одинарным и четыре с удвоенным параметром ячейки *c*). Чем же различаются эти «новые» минеральные виды и насколько существенны их отличия?

Представленные в таблице формулы идеализированы, их коэффициенты округлены. Создается впечатление, что мы имеем дело с минералами титана или ниобия постоянного состава, содержащими кроме основных натрия и калия барий, или кальций, или марганец, или железо, или магний и т.д. Однако конкретные анализы [10] показывают, что все они, в основном, — сложные изоморфные смеси, содержащие одновременно щелочные и щелочноземельные элементы, воду, металлы группы железа. Нередко составы перекрываются, и авторы рассматриваемой работы не смогли даже отнестись к ряду проанализированных образцов к какому-либо из выделенных ими же самостоятельных минеральных видов [10]. Это прекрасно отражено в формулах вуориярвитов и цепенитов, где Na, K, Ca, Sr, Ba, H₃O⁺ перечислены в скобках без разделения по позициям, что демонстрирует наиболее существенную их особенность — способность к широкому ионному обмену.

В кристаллических структурах выделяется каркас из сочлененных вершинами 4-членных колец [SiO₄]-тетраэдров и цепей из (Ti,Nb)O₆-октаэдров. Полости и каналы внутри каркаса заняты дополнительными катионами и молекулами H₂O, что характерно для цеолитоподобных минералов. Различают четыре типа дополнительных позиций: *A–D*. Общая кристаллохимическая формула — {A₄B₄C_{4–2x}D_x(H₂O)_{2x}}[(Ti,Nb)₈(O,OH)₈(Si₄O₁₂)₄] × *n*H₂O, где в квадратных скобках выделен каркас, в фигурных — дополнительные «цеолитные» позиции: *A* = Na, Ca, □, *B* = K, Na, H₃O⁺, □, *C* = K, Ba, H₃O⁺, □, *D* = Mn, Fe, Mg, Zn, □ (□ означает вакансию, т.е. часть позиций оказывается незанятой), *n* ≈ 8, *x* = 0–2.

Размножение минеральных видов производится на основании характера заселения именно этих дополнительных позиций [10]. Видимо, понимая зыбкость такого подхода (хотя и узаконенного КНМНМ ММА), авторы обсуждаемой работы вводят в каркас более жесткую октаэдрическую позицию *D*, занятую Mn, Fe, Mg и Zn. Справедливо

Соотношение компонентов в анализах минералов данной группы (в формульных единицах)	
Ti/Nb	Na/K/Ca/Sr/Ba/Mn/Fe/Mg
до 1.8 Ti	—
до 1.9 Nb	—
до 2.5 Nb	3.2–4.5 Na, 5.3–7.6 K, 0.0–1.0 Ba, до 0.4 Mn, до 0.6 Fe, до 0.2 Mg
до 1.3 Nb	1.8–4.6 Na, 2.7–4.4 K, 1.6–2.8 Ba, до 0.7 Mn, до 0.75 Fe, до 0.5 Mg
до 3.9 Ti	—
до 3.6 Ti	—
до 2.5 Ti	—
до 1.9 Ti	—
4.0–6.3 Ti	0.6–2.9 Na, 1.5–4.8 K, 0–0.3 Ca, 0.7–0.8 Sr, 0.1–2.0 Ba, 0–0.4 Mn+Fe
4.1–6.2 Ti	1.3–4.9 Na, 0–1.5 K, 0–2.1 Ca, 0–1.9 Sr, 0–1.3 Ba, 0–0.15 Mn+Fe
5.1–6.6 Ti	0.9–1.8 Na, 0.3–1.2 K, 2.0–2.5 Ca, 0.6–2.1 Sr, 0.1–0.9 Ba, 0–0.3 Mn+Fe
5.3–5.7 Ti	0.6–1.6 Na, 0.6–1.1 K, 0.4–0.8 Ca, 1.0–1.8 Sr, 0.2–0.3 Ba, 0.2–0.3 Zn
—	—
до 2.0 Nb	2.4–5.5 Na, 2.1–5.6 K, 0–0.6 Ca, 0–0.1 Sr, 0.1–1.7 Ba, 0.5–1.5 Mn, 0.1–0.5 Fe, 0–0.5 Mg
до 3.3 Nb	3.5–4.3 Na, 3.1–4.6 K, 0 Ca, 0 Sr, 0.6–1.9 Ba, 0.2–0.3 Mn, 0.4–1.2 Fe, 0.1–0.4 Mg
до 2.8 Nb	3.2–5.4 Na, 3.7–4.6 K, 0–0.1 Ca, 0–0.2 Sr, 0.3–1.7 Ba, 0–0.2 Mn, 0.3–0.6 Fe, 0.6–1.7 Mg
до 3.1 Nb	2.4–5.7 Na, 3.3–5.6 K, 0–0.5 Ca, 0–0.2 Sr, 0.2–1.9 Ba, 0–1.0 Mn, 0–1.0 Fe, 0–0.7 Mg
—	—
—	—
—	—
до 1.5 Nb	—
до 2.6 Nb	—
до 3.5 Nb	—
до 3.5 Ti	—
до 3.5 Ti	—
до 1.8 Ti	—
до 2.8 Ti	—
до 2.6 Nb	—
до 4.0 Nb	—
—	—

отмечая при этом, что она связана альтернативным изоморфизмом с дополнительной позицией *C*, занятой более крупными атомами K, Ba или водой: $2(\text{K,Ba})_c + 2(\text{H}_2\text{O})_c \leftrightarrow (\text{Mn,Fe,Mg,Zn})_d + \square_d$. Одновременно эти позиции заниматься не могут из-за слишком малого между ними расстояния.

Мы не согласны с такой трактовкой *D*-позиции. Во-первых, эти же авторы в эвдиалит–эвколитах, например, еще более жесткую позицию *M*(2), занятую Fe^{2+} , Fe^{3+} или Mn в 4-, 5- или 6-координации, не вводят в каркас, рассматривая ее как дополнительную. Во-вторых, сама уже связь $C \leftrightarrow D$ говорит за себя. Описывая ряд структур [10], они отмечают, что кальций входит в *D*-позицию в моноклинном Ti-ненадквечите и вместе с марганцем — в карупмеллерите-Са. В цепените-Са он распределен по восьми позициям, т.е. также входит и в позицию *D*. В цепените-Na в позицию *D* входит еще более крупный стронций, смещаясь в направлении *C*-позиции и достраивая октаэдр за счет атомов кислорода из (Ti, Nb)-цепочек до 8-вершинника. Интересно, что в вуориярвите-К в позицию *D* помещен натрий в необычной четверной координации.

Сопоставим структуры лабунцовита и некоторых наиболее распространенных его аналогов из групп вуориярвита и леммлейнита. Прекрасно видно, что при сохранении типа структуры минералы выделенных видов различаются лишь заполнением внекаркасных позиций. Причем набор одновременно входящих в них элементов в целом одинаков, хотя менее крупные атомы (Na, Ca и Mn, Fe, Mg), естественно, входят в менее просторные позиции *A* и *D*, а более крупные (K, Ba, H_2O , H_3O^+) — в просторные *B* и *C*. При анализе количественных соотношений невольно задаешься вопросом, насколько существенно, что какая-либо из примесей становится доминантной в какой-то позиции?

Дальнейшая детализация кристаллических структур показала, что существуют и «катиондефицитные лабунцовиты», в которых позиции *C* и *D* заняты менее чем наполовину, а позиция *B*, занятая калием, расщеплена на две: *B1* и *B2* [11]. В цепените-К (который по химическому составу аналогичен катиондефицитному лабунцовиту) также было установлено расщепление позиций: позиция *A1* заселена натрием, а *A2* вакантна, пози-

ция *B1* занята калием, а *B2* — водой, позиция *C* расщеплена на *C1*, занятую калием, и *C2*, в которой одновременно присутствовали калий и барий, а позиция *D* была вакантна на 75%, что в результате привело к понижению симметрии от *C2/m* до *Cm* [12].

Кроме того была установлена упорядоченность в распределении калия, бария и молекул воды в расщепленных позициях *C1* и *C2* и марганца, железа и вакансий в расщепленных позициях *D1* и *D2*, что привело к появлению дополнительных рефлексов на рентгенограммах, изменению симметрии *C2/m* до *I2/m* и удвоению ячейки. Анализ одного из таких образцов лабунцовита показал чередование областей *D*-заполненного и *D*-вакантного типа, что было интерпретировано как «последовательное чередование в структуре элементарных ячеек лабунцовита-Мп и леммлейнита-Ва» [13]. В результате возникает необходимость обсуждать проблему видообразования уже на уровне элементарных ячеек внутри единого минерального индивида.

Таким образом, фантастические успехи структурно-химического анализа приводят рассматриваемую проблему к логическому абсурду. Едва ли не каждая новая структурная расшифровка лабунцовита выдается за самостоятельный «новый» минеральный вид. «Что-то доминантное» всегда можно отыскать, если не в целой, то, по крайней мере, в расщепленной структурной позиции, с учетом упорядоченного распределения компонентов на



В сферолите полихромного лабунцовита (с белыми головками нарастания), обнаруженного З.В.Шлюковой в полости выщелачивания в пегматите на горе Хибинпахкчорр (Хибинский массив, Кольский п-ов), современными исследователями одновременно установлено семь самостоятельных минеральных видов.

«еще более тонком» структурном уровне и соответствующего изменения локальной симметрии.

Данные о физико-химической устойчивости выделяемых в группе лабунцовита—ненадкевичита минеральных видов отсутствуют, за исключением опытов по ионообменному замещению. Природные наблюдения фиксируют случаи эпитактического нарастания цепенита-Na на лабунцовит (т.е. ниобиевой фазы на титановую) и наоборот, леммлейнита-Ва и лабунцовита-Мп на кузьменкоит-Мп, а также низкониобиевого кузьменкоита-Мп на высокониобиевый кузьменкоит-Мп (т.е., наоборот, титановой фазы на ниобиевую). Описан случай тонкого полисинтетического срастания высокониобиевого вуориярвита с высокотитановым цепенитом [10]. Однако эти данные недостаточны для генетического подтверждения правомочности выделения 30 самостоятельных минеральных видов в группе.

Иные природные наблюдения указывают на нелепость столь массового размножения минералов. Например, в сферолите полихромного лабунцовита, обнаруженного З.В.Шлюковой в полости выщелачивания в пегматите на горе Хибинпахкчорр (Хибинский массив, Кольский п-ов), представляющем собой один или два (если посчитать белые головки нарастания за второй) минеральных индивида, после прецизионного структурного анализа одновременно диагностировано семь (!) минеральных видов. В отдельных фрагментах рыжей центральной его части, «переназванной» теперь как лабунцовит-Мп, так как марганец (1.89—2.16 мас.% MnO) преобладает над железом (0.66—1.16 мас.% Fe₂O₃) и магнием (0.16—0.33 мас.% MgO), установлены также лабунцовит-□ и леммлейнит-Ва. Белые головки первоначально диагностировались как ненадкевичит. Но когда выяснилось, что симметрия его псевдоромбическая, истинно моноклиная, он получил название моноклиный Тi-ненадкевичит. Когда же стало ясно, что содержание ниобия не дотягивает до доминантного, и были выявлены вакансии среди «цеолитных» компонентов, он был возвращен в лоно лабунцовитов как оксониевый лабунцовит. Дальнейшие события развивались стремительно. Симметрия была понижена от *C2/m* до *Cm*. Вакансии оказались в шести «цеолитных» позициях из восьми. В позиции *D* был установлен стронций, расширяющий ее от октаэдра до восьмивершинника, и зафиксирована упорядоченность в распределении Тi и Nb, преобладающих в разных октаэдрах. В результате минерал головок был зарегистрирован как «новый» минеральный вид — цепенит-Na. История на этом не закончилась. Вскоре здесь же был установлен парацепенит-Na с удвоенной ячейкой, из-за того что стронций в *D*-позиции обнаруживал упорядоченное распределение, а поскольку его вообще было много, выделили еще и цепенит-Sr [10]. Наконец, один из исследователей посчитал, что здесь можно выде-

лить титановый карупмеллерит, так как в *D*-позиции был установлен еще и доминантный кальций.

Все эти нюансы проще объясняются последовательным ростом единого сферолита лабунцовита в условиях возрастания кислотности минералообразующих растворов при охлаждении, в результате чего К и Ва в позиции *C* замещались на Na и H₃O⁺, Mn, Fe и Mg в позиции *D* — на Sr и Ca, а Ti в каркасе — на Nb.

В конечном итоге мы считаем, что число представленных в таблице минеральных видов нужно существенно уменьшить. Все виды с уточняющими (через черточку) элементами должны быть переквалифицированы в разновидности соответствующих видов.

Минералы группы ловозерита

Мы не могли обойти вниманием минералы этой группы. Образуясь в условиях экстремально высокой щелочности-основности, они легко подвергаются кислотному выщелачиванию при подкислении минералообразующей среды и тем более в гипергенных условиях под воздействием атмосферной влаги и углекислоты. Фактически мы обычно имеем дело с продуктами разрушения минералов за пределами полей их стабильности. Детальное структурно-химическое изучение таких минералов выявляет неполное заселение структурных позиций и наличие большого числа вакансий. Подобное существует в структурах лабун-

цовитов и эвдиалитов, но здесь оно проявлено в наиболее гипертрофированном виде. К сожалению, структурщики и здесь подошли к вопросу формально, посчитав возможным объявить стадии изменения минерала самостоятельными минеральными видами [14, 15].

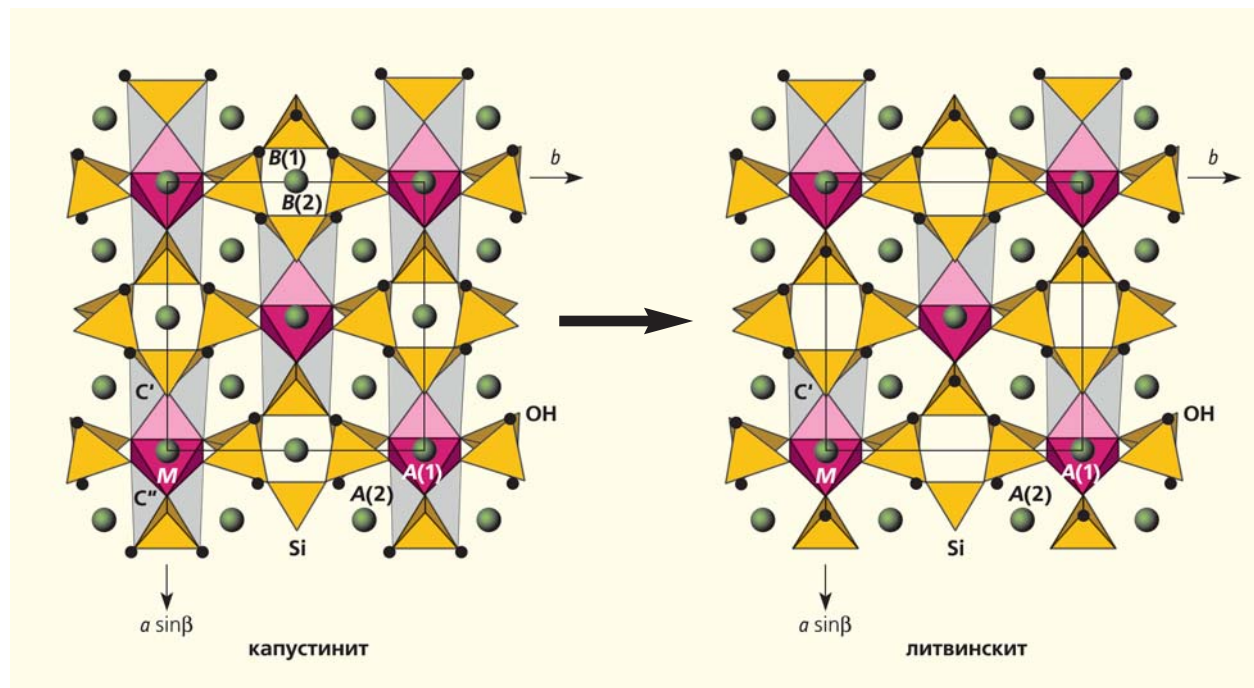
Рассмотрим два минерала из группы ловозерита — литвинскит [14] и капустинит [15], в которых все позиции *A* и *B* заняты только натрием, а *M* — цирконием.

Структурные формулы минералов данной группы: $A(1)A(2)B(1)B(2)C(1)C(2)M[Si_6(O,OH)_{18}]$.

Капустинит:
 $(Na)(Na_2)(Na_{0,8}\square_{0,2})(Na_{1,6}\square_{0,4})(\square_{0,7}Zr_{0,15}Mn_{0,15}) \times (\square_{0,7}Zr_{0,15}Mn_{0,15})(Zr_{0,7}\square_{0,3})[Si_6O_{16}(OH)_2]$;

литвинскит:
 $(Na_{0,8}\square_{0,2})(Na_{1,6}[H_2O]_{0,4})(\square)(\square)_2(\square_{0,6}Na_{0,2}Mn_{0,2})(\square)Zr \times [Si_6O_{13}(OH)_5]$.

В том и другом минералах есть вакансии. В капустините — в позициях *B*, *C* и *M*, причем вакантный цирконий почему-то частично перекочевывает в свободные позиции *C*. В литвинските — во всех позициях: в *A* (частично заполняемой молекулами воды), полностью в позициях *B* и практически полностью в *C* (цирконий собирается в *M*). Наличие вакансий и неполного заселения расщепленных позиций *A1*, *A2*, *B1*, *B2*, *C1* и *C2* снижает симметрию минералов до моноклинной. Однако, как недавно показал А.А.Золотарев [16], некоторые их образцы успешно описываются и в рамках обычной для ловозерита тригональной симметрии *R3m*.



Трансформация структуры минерала группы ловозерита—капустинита, превращающегося в ходе кислотного выщелачивания при воздействии поздних растворов в литвинскит.

Подобная картина наблюдается во многих минералах щелочных комплексов, например в паре келдышит-паракелдышит. По нашему мнению, выдавать подобные образования за самостоятельные минеральные виды является верхом нелогичности. Природа их ясна, и ни о каком поле стабильности и фазовых границах между ними говорить не приходится. Сопоставлять же для выделения самостоятельных минеральных видов число вакансий, т.е. «дырок от бубликов», по крайней мере опрометчиво.

* * *

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что понятие «минеральный вид» (так же, как и в биологии, понятие «биологический вид») — понятие генетическое, отражающее реально существующие природные химические соединения. Данные о химическом составе минерала и кристаллической его структуре необходимы, но недостаточны для выделения самостоятельного минерального вида. Решающим критерием для такого выделения являются данные о существовании самостоятельного поля стабильности и поведении минерала внутри поля и на его границах. До тех пор, пока мы не имеем надежных генетических данных о равновесных условиях существования минерала и соотношениях его с другими родственными ему минералами, до тех пор наши представления о минеральных видах условны и предварительны. Они требуют генетических уточнений, детализации поведения выделяемого вида в конкретных геологических обстановках.

Литература

1. *Бокий Г.Б.* Систематика природных силикатов // Итоги науки и техники. Сер. Кристаллохимия. Т.31. М., 1997.
2. *Болдырев А.К.* Курс описательной минералогии. Вып.1. Л., 1926.
3. *Ферсман А.Е.* // Докл. АН СССР. 1938. Т.19. №4. С.271—274.
4. *Лазаренко Е.К.* Основы генетической минералогии. Львов, 1963.
5. *Солодовников С.Ф.* Основные термины и понятия структурной кристаллографии и кристаллохимии. Новосибирск, 2005.
6. *Урусов В.С.* Теоретическая кристаллохимия. М., 1987.
7. *Боруцкий Б.Е.* // Новые данные о минералах. Вып.41. М., 2006. С.162—171.
8. *Боруцкий Б.Е.* Фундаментальные проблемы древнейшей науки // Природа. 2007. №2. С.5—14.
9. *Урусов В.С.* Новые уроки симметричной статистики минеральных видов // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар, 2006. С.19—30.
10. *Чуканов Н.В., Пеков И.В., Задов А.Е. и др.* Минералы группы лабунцовита. М., 2003.
11. *Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Пеков И.В., Чуканов Н.В.* // Кристаллография. 2002. Т.47. №2. С.265—266.
12. *Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Чуканов Н.В., Пеков И.В.* // Докл. РАН. 2002. Т.386. №3. С.345—349.
13. *Золотарев А.А. мл., Кривовичев С.В., Яковенчук В.Н.* // Федоровская сессия 2006. Тезисы докладов. СПб., 2006. С.132—133.
14. *Ямнова Н.А., Егоров-Тисменко Ю.К., Пеков И.В., Екименкова И.А.* // Кристаллография. 2001. Т.46. №2. С.230—233.
15. *Пеков И.В., Чуканов Н.В., Ямнова Н.А. и др.* // ЗВМО. 2003. Вып.6. С.1—14.
16. *Золотарев А.А. мл., Кривовичев С.В., Яковенчук В.Н., Армбрустер Т.* К вопросу о симметрии минералов группы ловозерита // Тез. межд. научн. конф. «Кристаллохимия и спектроскопия 2007». Екатеринбург, 2007. С.44—46.

Захлестнувшее в последнее время минералогию необоснованное размножение минеральных видов на основании только химических или структурно-химических критериев, без учета генетических особенностей минералов, по нашему мнению, множит формальные минеральные виды за счет их разновидностей, насаждает формальную их номенклатуру и приводит к созданию формальных классификаций, не соответствующих представлениям о реальных минералах как естественных природных фазах, образующихся в тех или иных геологических процессах. Подобная практика, несмотря на ее одобрение авторитетной КНМНММА, — нарушение методологических принципов редукционизма (принципа «бритвы Оккама»). Она опирается не на наиболее существенные признаки минералов. Детализация данных о химическом составе и структуре уже известных минеральных видов должна проводиться на основе их уточнения, с выделением их как разновидностей видов, без присвоения им новых персональных названий.

Все сказанное выше не должно препятствовать специализированному систематизированию минералов по химическим, структурным, кристаллохимическим и каким-либо другим критериям. Существует же, например, геммологическая классификация минералов. Но подобные систематики не будут минералогическими, так как не отражают специфики минералогической науки. Нет смысла сравнивать их между собой и спорить, какая из них лучше или хуже. Они просто отражают результаты изучения на иных, чем видовой, уровнях дискретности и организации минерального вещества. ■

Остров Райкоке и его обитатели

А.М.Трухин,

кандидат биологических наук

Тихоокеанский океанологический институт им.В.И.Ильичева ДВО РАН
Владивосток

Райкоке — один из самых северных островов средней группы Большой Курильской гряды. С севера он отделен проливом Круzensхтерна от о.Шиашкотан, с юга — проливом Головнина от о.Матуа, где расположен вулкан Пик Сарычева, который возвышается над поверхностью моря почти на полтора километра. Особое стратегическое расположение о.Матуа в пределах Курильской гряды издавна привлекало военных: в годы Второй мировой войны здесь находился штаб флота Вооруженных сил Японии, а после окончания войны, когда Курильские о-ва были присоединены к СССР, и до 2000 г. — погранзаства.

Надо сказать, заселение региона в послевоенные годы происходило искусственно, по инициативе Советского правительства, которое заинтересовывало переселенцев всевозможными льготами, ссудами и пособиями. В результате на всех крупных островах (Парамушир, Итуруп, Кунашир) возникли небольшие города с хорошо развитой инфраструктурой, а на незначительных по величине обосновались главным образом пограничные заставы, отдельные воинские части и метеостанции. Однако некоторые непригодные для жизни люди острова так и остались необитаемыми. Райкоке — один из них, и не только из-за маленького размера (менее 2 км в диаметре) и недостатка

ровной поверхности для строительства домов, но и отсутствия источников пресной воды. Вообще-то остров — это верхушка действующего вулкана Райкоке, который поднимается со дна моря на высоту около 2,5 км (551 м над ур.м.).

Склоны острова покрыты мощными отложениями пепла, чередующимися с разной толщины слоями застывшей лавы и вулканического шлака. Кратер полностью замкнут, с крутыми стенками и плоским дном шириной около 700 м и глубиной 200—250 м. Размеры кратера после каждого извержения значительно меняются. Так, по сообщению небезызвестного капитана-зверобоя англичанина

Г.Сноу, в конце XIX в. кратер был глубиной всего 30—60 м, а постепенное осыпание его стенок было вызвано произошедшим столетие назад извержением [1].

Особенность вулканической деятельности Райкоке — катастрофические, пароксизмальные извержения с длительными промежутками покоя. В 1778 г. случилось внезапное извержение, сопровождавшееся взрывом верхней части конуса и приведшее к значительному изменению очертаний острова. В этот день на Райкоке остановился на ночевку отряд казаков, возвращавшийся на Камчатку с о.Матуа. Под градом вулканических «бомб» погибли 15 чело-



Остров-вулкан Райкоке. В конце мая на его склонах местами еще лежит снег, а сам он выглядит довольно мрачно на фоне серого неба и темного моря.

Здесь и далее фото автора

© Трухин А.М., 2008



Структура острова напоминает слоеный пирог: пласты застывшей лавы перемежаются слоями вулканического шлака и пепла.

век во главе с сотником Черным. Спустя два года после этого трагического события Райкоке посетили служилые люди из Петропавловска-Камчатского под руководством сотника Секекина. В его отчете камчатскому начальству написано, что «...ныне сопку сорвало более к северу и верх ее сделался седлом; утесные залавки песком и камнем засыпало и сделало гладко, что и птицам негде пло-

диться; байдарную пристань засыпало песком, и стало там сухо; лайду с кекурами сделало песчаным берегом; наметало к югу песчаную лайду на 100 сажень длины и 100—110 ширины и сделало две маленькие бухты; весь остров покрыт единственно песком, а сопка с ужасом гремит и ныне, но не дымится». Последнее сильное извержение произошло 15 февраля 1924 г., в результате чего кратер стал значительно глубже и очертания острова вновь изменились.

Периодическая активность вулкана Райкоке в прошлом влияла не только на геоморфологический облик острова, но и качественный и количественный состав его растительного и животного сообществ. Наиболее мощные извержения приводили к почти полному уничтожению растительности, а восстановление ее происходило медленно, десятилетиями. Так, в середине 1960-х годов на Райкоке растительность, исчезнувшая после извержения в 1924 г., еще практически отсутствовала [2]. Сейчас на Райкоке все иначе. Поскольку какой-либо активности вулкан до сих пор не проявляет, фумарольной деятельности в кратере и на его склонах не наблюдается, вулканизм не влияет

на биоценоз острова уже в течение 80 лет.

К сожалению, до недавнего времени длительных стационарных наблюдений на о.Райкоке не велось. Ученые разных специальностей (вулканологи, ботаники, зоологи), приезжавшие в составе многочисленных экспедиций на Курильские о-ва, ограничивались лишь эпизодическими и кратковременными посещениями острова. Это и понятно — для организации стационарных исследований на острове нет условий и, прежде всего, постоянных источников пресной воды. Немного на острове и мест, где можно было бы построить жилище. В 2001 г. мы нашли такое место на границе неширокого валунно-глыбового пляжа и основания склона вулкана по соседству с лежищем сивучей, привезли стройматериалы и построили небольшой домик, где сравнительно комфортно могли жить и работать два человека. Однако в первую же зиму дом был снесен сошедшей со склона вулкана снежной лавиной. Приехав на Райкоке на следующий год, мы обнаружили на месте дома обширный снежник. После того, как снег растаял, между камней были найдены несколько обломков досок, ржавые гвоздодер, лопата, молоток, а также газовая плита, придавленная сверху огромной каменной глыбой весом не менее тонны. Эти неприятности нас не остановили: в последующие годы мы ежегодно проводили на вулкане около двух месяцев в весенне-летний период и в результате собрали достаточно материалов, чтобы судить об особенностях животного и растительного мира, сложившегося к настоящему времени на острове.



В этом небольшом домике, который удалось построить у подножья вулкана среди нагромождения глыб и валунов, два месяца жил и работал экспедиционный отряд из двух человек.

Растительность

Обильная растительность обнаружена в верхних горизонтах кратера, но только там, где его стенки не столь отвесны и есть множество мест для на-

капливания почвы. Наружные склоны в верхней части кратера, подверженные активному выветриванию, напротив, практически лишены растительности. На этих почти голых склонах, покрытых смесью из шлака и вулканического пепла, растениям закрепиться чрезвычайно сложно. Но даже с ровных верхних участков почва под воздействием ветра, осадков и снежных лавин регулярно перемещается вниз, где местами образует мощный слой гумуса, благодатный для буйного развития травянистых растений. Они образуют сплошной густой покров на этой почве, к тому же удобренной пометом многочисленных морских птиц, в условиях влажного генеративного периода, несмотря на низкие температуры воздуха в течение всего летнего сезона. Известно, что около двух тысячелетий назад жители печально известного античного города Помпеи поселились в потенциально опасном месте у подножия вулкана Везувий только потому, что в районе основания и строительства их города преобладали чрезвычайно плодородные почвы, образовавшиеся здесь после предыдущих извержений вулкана.

По результатам современных исследований, на острове обнаружено 68 видов сосудистых растений, относящихся к 27 семействам, из которых наиболее разнообразны семейства сложноцветных (*Asteraceae*), злаков (*Poaceae*) — по семь видов, гвоздичных (*Caryophyllaceae*) и вересковых (*Ericaceae*) — по пять видов [3]. На западных склонах, где базировался наш лагерь, доминируют колосняк мягкий (*Leymus mollis*) и полынь уналяшкская (*Artemisia unalaskensis*), а кроме того мы обнаружили дудник Гмелина (*Angelica gmelinii*), звездчатку иглицелистную (*Stellaria ruscifolia*), лапчатку крупноцветковую (*Potentilla megalantha*), одуванчик шикотанский (*Taraxacum shikotanense*), анафалис жемчужный (*Anaphalis zhetchuzbunji*) и др.



Соцветия дудника Гмелина с трудом прорываются сквозь густые заросли полыни уналяшкской.



В условиях влажного климата валуны обрастают лишайниками. В прибрежной зоне после отлива обнажаются нагромождения камней, обильно покрытые водорослями и улитками литоринами.



Курильский калан — один из трех подвидов единственного в роде вида, эндемичного для северной части Тихого океана.

Морские млекопитающие

Отсутствие пресной воды сказалось на видовом разнообразии животного мира острова. Возможно, по этой причине наземные млекопитающие, обитающие на соседних островах, здесь не встречаются, и фауна млекопитающих о.Райкоке представлена исключительно морскими видами.

В прежние времена на Райкоке располагалось лежбище северного морского котика (*Callorhinus ursinus*), одного из крупнейших (до 15 тыс. особей) в пределах Курильской гряды. Именно такую цифру приводит английский капитан-зверобой Сноу в книге «Курильская гряда», вышедшей в Англии в конце XIX в., а позже переведенной на

русский язык и опубликованной в 1902 г. в Санкт-Петербурге [1]. Она содержит весьма интересные описания островов, в том числе и Райкоке, до сих пор вызывающие интерес специалистов, занимающихся исследованиями Курильских о-вов. Замечу, что Сноу промышлял морского зверя вдоль Курильской гряды и внес немалый «вклад» в истребление здесь морских котиков и каланов. Та же участь постигла и лежбище котиков на Райкоке — только в 1883 г. там было добыто не менее 15 тыс. котиков, и к началу XX в. эти звери почти полностью исчезли, причем не только на Райкоке, но и на других островах архипелага.

В результате произошедшего в 1901 г. землетрясения на вершине острова обрушилась огромная скала, якобы засыпавшая своими осколками всю территорию лежбища морских котиков. Так, во всяком случае, пишут, повторяя друг друга, почти все исследователи Курильских о-вов. Однако трудно представить себе размер скалы, осколки которой могли бы покрыть территорию, на которой одновременно могли разместиться 15 тыс. животных довольно



Северные морские котики: умиротворенный взрослый самец-секач (слева) и потревоженная людьми самка .

крупного размера. Но, как бы то ни было, уже более столетия морские котики на Райкоке не размножаются и залежек на его берегах не образуют. Сейчас репродуктивные лежбища этого вида в пределах Курильского архипелага расположены только на о-вах Каменные Ловушки (скалы Долгая, Котиковая, Высокая) и о-вах Среднего (скала Хитрая). Эти лежбища находятся сравнительно недалеко от Райкоке — в 50 км к северу (в проливе Крузенштерна) и в 80 км к югу, поэтому в летний период котики время от времени появляются в прибрежной акватории Райкоке, а одиночные животные изредка выходят на его берега. Как правило, это молодые, не участвующие в репродуктивном процессе самцы.

Из морских млекопитающих очень редок калан (*Enhydra lutris*); за четыре сезона мы встретили его лишь однажды. Обычные на юге и севере Курильского архипелага обыкновенный тюлень (*Phoca vitulina stejnegeri*) и ларга (*Phoca largha*) в акватории острова не встречаются. Иногда к острову подходят косатки в надежде поймать зазевавшегося сивуча. В дни хорошей видимости, когда акватория просматривается на несколько километров, в проливе Головина нередко можно увидеть кашалотов, кормящихся на значительном удалении от острова.

На юго-западной оконечности острова, со стороны Охотского моря, на застывшем лавовом потоке разместилось лежбище сивучей (*Eumetopias jubatus*), изучение которых и было основной причиной ежегодных появлений на острове нашего маленького экспедиционного отряда. Сейчас это одно из пяти самых крупных в пределах Курильской гряды репродуктивных лежбищ, где в последнее десятилетие ежегодно рождается 215–310 щенков (т.е. 15% приплода от всего курильского стада). От года к году величина приплода на лежбище непосто-



Самец сивуч, спасающийся в воде от перегрева в теплый солнечный день, и «хор» самок, потревоженных на лежбище .



Метка (тавро), поставленная щенку сивуча, сохраняется на его теле всю жизнь, что позволяет зоологам получать массу интересной и разнообразной информации.



Птицы многочисленны даже в самой верхней части острова. Они размещают свои гнезда на крутых склонах кратера.

янна, что зависит от целого ряда факторов, однако анализ межгодовой динамики позволяет говорить о том, что в течение последнего десятилетия численность размножающейся на о.Райкоке группировки сивучей находится в стабильном состоянии. То же можно говорить и в отношении современного статуса всего курильского стада этого вида ластоногих. Однако около 30 лет назад численность сивучей резко снизилась, при-

чем не только на Курилах, но и в пределах всего ареала, охватывающего и западную часть Северной Пацифики, и воды, омывающие североамериканский континент. Хотя в российской части ареала численность этого вида уже давно не снижается (составляет менее 10% от численности здесь в конце XIX в. [4]), но по неизвестным причинам пока и не восстанавливается. А вот на Аляске и Алеутских островах поголовье си-

вучей продолжает сокращаться и поныне. Чем вызвано столь обвальное падение численности, поставившее вид на грань вымирания, до сих пор неясно, несмотря на интенсивные и разноплановые исследования, проводимые как на российском Дальнем Востоке, так и за рубежом. Достаточно сказать, что только в США специалисты по морским млекопитающим работают одновременно более чем по 50 специальным проектам, а средства, затрачиваемые ежегодно в США на исследование сивучей, составляют многие миллионы долларов. Современное состояние мировой популяции сивуча стало причиной включения этого вида в Красную книгу МСОП.

На о.Райкоке изучение лежбища сивучей проводится с 2001 г., но на Курильских лежбищах еще раньше (с 1989 г.) время от времени проводили массовое мечение щенков методом горячего таврения. Знак тавро состоит из литеры-буквы и цифрового номера-кода. Буква означает место мечения. Например, на Райкоке сивучата метятся тавро с литерой «Р», на Каменных Ловушках — литерой «Л» и т.д. За истекший период на Райкоке таким образом помечено 839 щенков (всего на



Чета глупыша. Своеобразная «трубочка» на его надкльвье предохраняет ноздри от попадания в них морских брызг во время многочасовых полетов птицы над самой поверхностью воды в поисках пищи.



Тихоокеанские морские чайки присутствуют почти на любом птичьем базаре. В гнездовой период их рацион состоит преимущественно из яиц и птенцов других морских птиц.

Курилах около 4 тыс.). Столь внушительный объем помеченных зверей позволяет в настоящее время по визуальной регистрации таких животных определять сроки и пути их миграций, половозрастную структуру репродуктивного ядра сивучей на каждом лежбище, происхождение участвующих в процессе размножения животных, возраст достижения половой зрелости, репродуктивный вклад в воспроизводство сивучей разного возраста и много иной разнообразной информации.

Выяснилось, что первого щенка самки порой рожают в четырехлетнем возрасте, однако таких на лежбище только 12%. Как правило, самки становятся половозрелыми в пятилетнем возрасте и спустя год впервые приносят потомство. Самцы включаются в репродуктивный цикл только на восьмом году жизни — после достижения полной физической зрелости, когда они уже способны в конкурентной борьбе противостоять другим самцам за право владения территорией на гаремном лежбище.

В течение 2001—2004 гг. суммарное число меченых сивучей, идентифицированных на Райкоке, составило 220 особей, в том числе 143 сивуча (65%) аборигенного происхождения и 77 (35%) иммигрантов, рожденных и помеченных ранее на других лежбищах. Среди сивучей-иммигрантов абсолютно доминировали (58.4%) животные с о-вов Каменные Ловушки; остальные перебрались с лежбищ, расположенных на других островах архипелага (Среднего, Брат Чирпоев и Анциферова), а также лежбища на мысе Козлова (восточное побережье п-ова Камчатка) и Ямских о-вах (север Охотского моря). Среди иммигрантов незначительно преобладали самки (58.4%), но лишь немногие из них включились в репродуктивный процесс — за 2001—2004 гг. из 45 самок ошенилось только шесть (пять с о-вов Каменные Ловушки и од-



Семья обыкновенной моевки — самого шумного члена птичьей колонии. Однако в отличие от крикливых родителей птенцы молчаливы и в случае опасности сразу же прижимаются ко дну гнезда, становясь совершенно неподвижными.



Топорок. Эта эффектно окрашенная птица распространена на всех островах Курильской гряды.

на с.о.Среднего), из чего следует, что репродуктивный вклад мигрантов в процесс воспроизводства на о.Райкоке невелик [5]. В то же время некоторые самки, рожденные на Райкоке, ежегодно приносят потомство на лежбищах, расположенных в акватории Охотского моря — в пределах Курильской гряды и на о.Тюлений у побережья Сахалина. И хотя таких самок немного, ограниченный обмен особями между разными лежбищами происходит регулярно.

Птицы

Над островом постоянно роится туча птиц, преимущественно глупышей. Птицы на острове мелькают повсюду и в любое время, но дважды в сутки



Краснолицые бакланы гнездятся небольшими колониями на скалах. От берингова баклана отличаются более толстой шеей, красным «лицом» и синей кожей вокруг клюва.



Толстоклювые кайры селятся на карнизах крутых обрывов острова, часто образуя совместные поселения с обыкновенными моевками.

(на рассвете и перед вечерними сумерками) наступает настоящая круговерт. Поскольку одни виды активны только в ночное время суток, а другие ведут строго дневной образ жизни, то именно на рассвете и на закате пики их активности совпадают. В это время суток одни птицы покидают свои убежища, улетая в море на кормежку, а другие виды, напротив, возвращаются на остров на ночевку.

Разнообразный и многочисленный мир пернатых острова в некотором смысле результат отсутствия источников пресной воды, без которой невозможна жизнь наземных хищных млекопитающих. Птицы успешно выводят и выкармливают птенцов, поскольку их гнездовья разорять просто некому.

На Райкоке одна из самых крупных на Курильских о-вах колоний морских птиц, в том числе самое большое в Северной Пацифике гнездовое поселение глупыша. Плотность гнездования птиц на острове, вероятно, близка к максимальной. Птицы заселяют все сколько-нибудь пригодные для устройства гнезд участки вплоть до



Своеобразный брачный наряд малой конюги придает ей очень необычный и привлекательный вид.

почти отвесных стен кратера вулкана.

Но морские птицы на Райкоке не только многочисленны (около 260 тыс. особей), но и разнообразны — 15—16 видов из четырех семейств [6, 7]. На этом крошечном островке-вулкане столько же гнездящихся видов колониальных морских

птиц, сколько, например, на всех птичьих базарах европейского севера России (16 видов), а численность этих птиц на о.Райкоке превышает население всех птичьих базаров Белого и Баренцева морей, где гнездится 192 тыс. особей.

В последние годы на острове гнездятся следующие виды мор-



Белобрюшка (слева) — одна из самых спокойных и доверчивых птиц на Райкоке. Тихоокеанский чистик гнездится на Райкоке, как и на других островах Курильской гряды, в многочисленных каменистых осыпях.

ских птиц: глупыш (*Fulmarus glacialis*), северная (*Oceanodroma leucorhoa*) и сизая качурки (*Oceanodroma furcata*), краснолицый баклан (*Phalacrocorax urile*), тихоокеанская морская чайка (*Larus schistisagus*), обыкновенная мювка (*Rissa tridactyla*), тонкоклювая и толстоклювая кайры (*Uria aalge* и *U. lomvia*), белобрюшка (*Cyclorhynchus psittacula*), тихоокеанский чистик (*Sepphus columba*), старик (*Synthliboramphus antiquus*), топорок (*Lunda cirrhata*) и три вида конюг — большая (*Aethia cristatella*), малая (*A. pigmaea*) и крошка (*A. pusilla*). Не исключено также гнездование ипатки (*Fratercula corniculata*). Кроме того, примерно до середины 1970-х годов на Райкоке гнездился берингов баклан (*Phalacrocorax pelagicus*).

Фауна гнездящихся наземных видов птиц беднее, да и общая их численность не столь велика. В весьма однообразных биотопах острова разрежено гнездятся обычные для Средних

Курил виды: охотский сверчок (*Locustella ochotensis*), белая трясогузка (*Motacilla alba*), крапивник (*Troglodytes troglodytes*), ворон (*Corvus carax*) и некоторые другие. В гнездовой период остров посещает единственная пара сапсанов (*Falco peregrinus*), да и то не ежегодно. Во время весеннего и осеннего пролета видовой состав наземных птиц расширяется за счет многочисленных мигрантов, путь которых лежит вдоль Курильской островной дуги к местам зимовок в Юго-Восточной Азии из крайнего северо-востока Азиатского материка (Камчатки, Чукотки). В летнее время у берегов Райкоке кочуют некоторые виды уток и другие водоплавающие.

* * *

В настоящее время о.Райкоке относится к тем немногочисленным территориям Дальнего Востока России, где животные существуют в условиях почти полного отсутствия влияния человека на их сообщество. И при-

чина не только в труднодоступности острова. Эта территория оказалась малопривлекательной для людей, чьи интересы связаны с промыслом морских гидробионтов, из-за отсутствия на острове источников пресной воды, промысловых наземных млекопитающих, а в его прибрежной акватории шельфа с промысловыми беспозвоночными. Добывающие суда в акватории Райкоке появляются только транзитом во время их переходов вдоль Курильского архипелага, а люди на берега острова не высаживаются. Анализ видового состава и динамики межгодовой численности ластоногих и морских птиц дает повод считать современное состояние ассоциации животных на Райкоке вполне благополучным. Вероятно, и в обозримом будущем вряд ли что-нибудь может существенно измениться. Единственная угроза для сложившейся островной биоты — лишь возможность очередного извержения вулкана. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке National Marine Mammal Laboratory, Alaska Sea Life Center, North Pacific Wildlife Consulting.

Литература

1. Сноу Г. Курильская гряда // Записки общества по изучению Амурского края. Владивосток, 1902. Т.8. №1. С.1—119.
2. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М., 1967.
3. Takahashi H., Barkalov V.Y., Gage S. et al. // Acta Phytotax. Geobot. 2002. V.53. №1. P.17—33.
4. Burkanov V.N., Loughlin T.R. Historic distribution and abundance of the Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) in the northwestern Pacific, 1700—2000's // Marine mammals of Holarctic. Collection of scientific papers after the third International Conference, October 11—17. Koktebel, Crimea, Ukraine, 2004. P.111—112.
5. Trukhin A.M., Burkanov V.N. Breeding patterns of Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) on Raykoke Island (Kuril Islands), 2001—2003 // Marine mammals of Holarctic. Collection of scientific papers after the third International Conference, October 11—17. Koktebel, Crimea, Ukraine, 2004. P.546—550.
6. Артюхин Ю.Б., Трухин А.М., Корнев С.И., Пуртов С.Ю. Кадастр колоний морских птиц Курильских островов // Биология и охрана птиц Камчатки. М., 2001. Вып.3. С.3—59.
7. Трухин А.М. Краткие заметки по фауне морских птиц острова Райкоке, Средние Курилы // Русский орнитологический журнал. 2006. Т.15. Экспресс-выпуск 306. С.34—35.

Ледники туманных гор

В.А.Сарана

Мы отправились на Таймыр 10 апреля 2007 г. Мы — это два географа (автор этой статьи и мой сокурсник и постоянный спутник в путешествиях Валерий Анатольевич Фидиркин), действительные члены Русского географического общества. Дорога неблизкая — на самолете до Норильска, оттуда вертолетом до Хатанги, а потом уже другим вертолетом до устья р.Бикада к базе экспедиции. Нашей первой задачей было изучение самых северных горных ледников нашей страны, гор Бырранга, а второй — съемка материалов для научно-популярного фильма о Таймыре.

Никаких исследований ледников гор Бырранга не велось с осени 1967 г., когда в этом ледниковом районе побывала небольшая экспедиция Арктического и Антарктического научно-исследовательского института [1]. Поэтому мы, отправляясь в путь, основательно ознакомились со всеми наземными и космическими материалами об этих местах.

«Бырран» по-якутски означает «горы по побережью моря или реки», а на языке коренных жителей этих мест нганасан — «горы с долинами». Горы расположены в северной части п-ова Таймыр и простираются с юго-запада на северо-восток в виде сложной системы хребтов и плато более чем на 700 км. К востоку от оз.Таймыр горная цепь значительно расширяется, образуя обширную горную область с максимальной отметкой 1119 м — гору Ледниковую.



Василий Александрович Сарана, кандидат географических наук, научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Геоэкология Севера» географического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Занимается горным оледенением и тенденциями его изменения.

Здесь горные хребты и плато разделены ущельями глубиной 600—700 м. Крупные речные долины имеют корытообразную форму (форму трога) и несут на себе следы горно-долинного оледенения, проявляющиеся на местности в виде размытых боковых и донных морен. Склоны долин круты и представляют собою сочетание осыпных и задернованных участков. На предвершинных участках возрастает количество осыпей, а порою они могут занимать весь склон, простираясь от вершины до дна долины. На склонах развиты криогенные процессы. Крупные скальные выходы встречаются в речных каньонах, на вершинах плато, в зоне тектонических разломов. По своему облику горы Бырранга относятся к молодым горам, с элементами альпийского рельефа, характерного для высоких частей гор.

В горах Бырранга мало кто бывает, а восточная их часть почти недоступна. Нганасане называли горы Бырранга еще и Страной мертвых, куда, по их преданиям, отправлялись души

умерших, и поэтому никогда не заходили туда. Однако в этих горах в 1940—1950-х годах впервые побывали топографы и геологи. Здесь были обнаружены металлические руды, уголь и другие полезные ископаемые. Помимо рудных ископаемых, в горах были открыты небольшие запасы пресной воды, сосредоточенные в горных ледниках [2]. Кто-то может сказать, что на Таймыре воды и так в достатке, и роль маленьких ледников пустяковая. Но ценность таймырских ледников состоит не в количестве заключенной в них воды, а в том, что они служат своеобразными индикаторами современных климатических и физико-географических условий. В эпоху глобальных изменений климата важно располагать сведениями о состоянии ледника, чтобы вовремя предсказать, как быстро могут произойти трансформации в природе Севера. Поэтому чтобы узнать, как сегодня «чувствуют» себя ледники гор Бырранга, мы и решили отправиться в самое сердце Страны мертвых.



Космический снимок Бырранга в районе горы Ледниковой. Ледники: 1 — Неожиданный, 2 — Южный, 3 — Северный, 4 — №55.

База экспедиции была устроена на ныне недействующем биологическом стационаре «Бикада», расположенном в устьевой части на восточном берегу оз.Таймыр. Стационар построили в 1974 г. сотрудники Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крайнего Севера (г.Норильск), которые 30 лет назад проводили эксперимент по реакклиматизации овцебыков, завезенных на Таймыр из Канады и Аляски. До настоящего времени хорошо сохранились только жилой дом и баня, остальные постройки пришли в полную негодность. Здесь среди тундры, совершая радиальные маршруты, мы и провели четыре месяца — с конца апреля по сентябрь. Одним из самых сложных и интересных выходов был августовский пеший поход к ледникам.

Пеший поход

Уже прошло два дня, как мы оставили нашу лодку в верховьях Бикады и пробираемся сквозь отроги гор Бырранга. В том, что

идем в нужном направлении, полной уверенности не было. Ориентироваться мешал плотный туман. Он нависал почти над нашими головами и скрывал склоны ущелья, по дну которого мы поднимались. Когда мы выходили в маршрут, шел дождь, иногда сопровождаемый грозой, явлением в этих местах довольно редким. Сухие русла временных ручьев и небольшие речки моментально превратились в стремительные горные потоки, на преодоление которых уходило много времени. Поэтому уже в самом начале пути мы стали выбиваться из запланированного графика движения. Сегодня во что бы то ни стало нам необходимо одолеть возвышенность Дюдыттынэтти и выйти к р.Малахайтари.

Долина, по которой мы поднимались, совсем сузилась, и ручей стал исчезать среди камней. Нужно искать путь на перевал, и мы начали подъем в туман. Крутизна склона возрастала вместе с напряжением мышц в ногах и усилением боли в плечах под тяжестью рюкзаков. Наша ноша была излишне тяжела, хотя вещей и продуктов мы взяли по минимуму, всего на 10 дней пути. Склон, по которому мы поднимались, состоял из мокрого месива мелких камней — сплошная «сыпуха». Делаешь шаг вверх, а спускаешься на два, сапоги скользят, ветер срывает с нас полиэтилен, и вода начинает затекать за шиворот. Не научная экспедиция, а настоящий «экстрим».

Чем выше мы забирались, тем сильнее дул ветер. Временами в тумане появлялись разрывы, благодаря которым мы и смогли, не блуждая, выйти на водораздел, где стоял триангуляционный знак и полная бочка солярки. По брошенным консервным банкам мы определили, что геодезисты работали здесь в 1975 г. А вот завораживающей панорамы с высоты нам увидеть не удалось, все вокруг было затянуто облаками. Дальше мы пошли по плато, смысла

спускаться в долину не было, ведь идти по твердой и относительно пологой поверхности легче. Сквозь разрывы в облаках внизу проглядывалась долина Малахайтари. При подходе к реке было видно, что она разбухла и неслась страшным серым потоком. С правого берега в реку впадали два многоводных притока — ручей Одинокый и р.Узловая. Сможем ли мы перейти их вброд, издалека определить было трудно.

На наше счастье, уклон русел притоков при впадении оказался небольшим, поэтому течение воды было спокойным. Перейдя благополучно вброд обе преграды, глубина которых местами превышала высоту болотных сапог, мы не стали искать идеально ровное место и поставили палатку на кочкарнике. Сил на комфортное обустройство ночлега у нас больше не оставалось. Хотелось побыстрее поесть и принять горизонтальное положение. Ведь мы перешли через возвышенность Дюдыттынэтти и стоим у ворот Бырранга...

Эта возвышенность — небольшой южный отрог гор Бырранга — представляет собой платообразное поднятие с максимальной абсолютной отметкой 521 м. Она расположена в междуречье рек Малахайтари и Нюнькаракутари. На плоских водораздельных поверхностях — каменные многоугольники, полосы, пятна, по форме похожие на медальоны. На местах разрушенных горных складок высятся, поодиночке и группами, останцы высотой 1—3 м, похожие на «сад камней». В верховьях эрозионных врезов и вдоль структурных уступов северо-западной экспозиции залегают многолетние снежники. Очевидно, в зимнее время здесь господствуют ветры юго-восточного направления, аккумулирующие снег на подветренных склонах. Такой же ветровой режим в зимнее время характерен и для окрестных равнин вдоль Бикады. Некоторые понижения (неглу-



Научный стационар «Бикада», апрель.

Здесь и далее фото автора

бокие выемки, ямы), расположенные на склонах и водораздельных поверхностях до высоты 450 м, заполнены хорошо окатанными валунами (в поперечнике 20–40 см), которые, очевидно, остались после таяния ледникового покрова. Можно предположить, что древний ледник имел толщину около 500 м и, возможно, покрывал всю возвышенность, за исключением ее отдельных вершин. На существование в прошлом здесь покровного ледника указывает и расположение в горных хребтах сквозных корытообразных долин. Кроме того, о том, что здесь был в прошлом покровный ледник, свидетельствует насыпное краевое образование древнего ледника, простирающееся единым поднятием высотой 150–240 м и шириной 7–12 км и сложенное ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями [4]. На его поверхно-

сти местами лежат слабоокатанные валуны, достигающие в поперечнике 4 м. Конечная гряда простирается вдоль левого борта долины р.Бикада и уходит дальше на юг, плавно загибаясь к западу вдоль притока р. Холдьятари. С южной (тыльной) стороны гряда оконтурена цепочкой приледниковых озер, два из которых, Портнягино и Кунгасалах, достигают в поперечнике 25–30 км. Севернее конечной гряды господствует холмисто-западинный рельеф высотой до 80 м, с характерными формами водно-аккумулятивного генезиса — озами, кучами щебня, похожими на муравейники, сформировавшимися после таяния полей мертвого льда. Повсеместно на поверхности тундры встречаются ледниковые валуны. В междуречье р.Бикада и ее правого притока Ньеньгатиари прослеживается еще одна гряда высотой 161 м отступав-

шего края покровного ледника, она продолжается и на левом берегу Бикады. В том месте, где река размывает гряду, ее берега сложены окатанными валунами и галькой.

В верховьях некоторых ручьев, стекающих с возвышенности Дюдьттынэтти, лежат слоистые снежно-ледяные тела. По визуальным оценкам, их толщина от 5 до 10 м. Вокруг них сформировался типичный для приледниковых поверхностей ландшафт: отполированные ледником скалы, свежие «бараньи лбы». Несомненно, в недалеком прошлом здесь залегали полноценные присклоновые ледники. Некоторые снежно-ледяные тела, вероятно, можно отнести к современным малым формам оледенения. В верхних частях долин и на их днищах встречаются как свежие, так и более старые отложения селевых водокаменных потоков. Их отло-

жения из грубообломочного несортированного материала мощностью до 2—3 м и 30—60 м в поперечнике приурочены к устьям эрозионных врезов, это конусы выносов. Следов схода крупных селей и снежных лавин не отмечено.

К реке Ледниковой

Теперь, когда водные преграды преодолены, нам предстоял путь по широкой долине Малахайтари до ее правого притока р.Ледниковой. Дождь прекратился, и временами сквозь облака проглядывало солнце. По карте всего 30 км, и изнурительных подъемов быть уже не должно. Мы надеялись пройти этот участок легко и быстро, чтобы вечером наловить рыбы и устроить пир. Но на местности все оказалось совсем не так, и в этом мы смогли убедиться в самом начале пути. Идти по ровной на первый взгляд долине труднее, чем подниматься в гору. Низкорослые и переплетенные между собой кусты ивы и березы, кочки и ямы, закамуфлированные травой и наполненные до отказа водой, вымотали нас на первом часу ходьбы. К тому же хоть немногочисленные, но злобные комары вносили свою лепту, и мы были вынуждены все чаще останавливаться на отдых.

В обед, перекусив картофельным пюре с чаем, мы тронулись дальше. Через час пути силы меня совсем покинули, и я готов был устроить дневку для отдыха, а на следующий день повернуть назад. Я не рассчитывал на то, что дорога будет такой тяжелой. Но мой бессменный напарник вспомнил о Международном полярном годе и привел веские доводы, что для процветания науки нужны свои герои и что мы не вправе повернуть назад, когда уже пройдено 60 км. Это возымело на меня действие, и после часового отдыха с перекусом я собрал все силы и сделал шаг навстречу на-

уке. Впереди нас ждала р.Финиш (приток Ледниковой), где мы собирались заночевать. Когда мы с невероятным трудом дошли до этого притока (8 км), ощущение у нас было настоящего «финиша». По-видимому, топографы, работавшие в этих местах, тоже, как и мы, хватили лиха и дали реке такое пессимистическое название.

Ступни ног горели. Как оказалось, резиновые сапоги (простые болотники) для длительного хождения по галечнику и кочкарнику совсем непригодны. Голенище болтается, а сквозь тонкую подошву сапог чувствуешь все неровности рельефа, каждый камушек. Палатку поставили быстро и принялись за приготовление еды. Поскольку все продукты лимитированы, решаюсь поймать рыбу. Как-никак, а хариус-то должен водиться в таких реках. Попытки оказались тщетными (и не только в этот раз), и мы довольствовались традиционной гречкой и чаем. Реки гор Бырранга практически пусты, хотя несколько раз на стремнине мы видели небольших хариусов. Но, завидев нас, они быстро исчезали. По-видимому, причина отсутствия здесь рыбы — дождевой тип питания и паводковый характер рек. Как только заканчивается дождь, уровень воды в них быстро падает, реки мелеют и рыба не успевает подняться снизу, чтобы заселить речные ямы. Вторая причина — отсутствие обильного корма.

На участке от возвышенности Дюдыттынэтти до впадения в нее реки Ледниковой, Малахайтари течет по широкой долине, выработанной горными ледниками. Река распадается на множество рукавов и блуждает по днищу долины. Вдоль бортов долины на относительной высоте 30—70 м от ее днища местами тянется терраса. Это древняя боковая морена, сложенная грубоокатанным материалом и галькой. Исходя из визуальных наблюдений, можно предположить, что в верхнем плейстоце-

не в восточной части гор Бырранга развивалось горно-долинное оледенение, которое смыкалось с покровным ледником на окраине горной страны.

На дне долины произрастает ивовый кустарник и карликовая береза. На заболоченных пойменных участках развивается полигональный рельеф с термокарстовыми озерами. В долине мы встретили две группы овцебыков из трех и 16 голов и одного одинокого старого самца. Склоны и днище долины покрыты травянистой растительностью, количество осыпей на склонах незначительно.

...Проснулись мы не совсем рано. По палатке барабанил дождь, и сила его нарастала с каждой минутой. На душе радостно, можно отдохнуть, но на сердце тревога — продуктов остается совсем мало. В очередной раз делим их, выкраивая порцию на дополнительный день, уменьшая и так скудную норму. Изначально наш рацион был небогатым и разнообразием не отличался: манка, картофельное пюре, гречка, макароны по 80 г на человека, солдатская порция сливочного масла на двоих, по кусочку сушеного мяса и по три сухаря с чаем. Тушенки мы не брали, так как вес рюкзаков и без консервов был запредельным. Кроме еды и вещей, нам нужно было тащить бензин для примуса. Дров здесь нет.

Вскоре дождь перешел в ливень. Когда же он закончится? Все вещи отсырели, а впереди еще множество рек, которые нам предстоит пересечь. Хорошо, что Финиш мы форсировали с вечера, так как к полудню уровень воды стал подниматься на глазах, сделав переправу невозможной.

На следующее утро дождь стих, но воздух был пропитан влагой и туманом. Горы как в молоке. Надо собираться. По нашим расчетам еще два дня пути. Хорошо, что весь прошлый день провели лежа в палатке. Отдых был кстати, иначе бы мы не дошли до ледников,



Долина р.Ледниковой в среднем течении.

выдержать взятый темп было бы физически невозможно. Теперь нам предстоял подъем по реке Ледниковой. Идти стало значительно легче. Долина сузилась, исчезли кочкарники и болотины, под ногами уже не чавкало, шли больше по галечнику, затаптанному песком.

Здесь в горах Бырранга среди запутанных лабиринтов долин и вершин еще сегодня есть места, где не ступала нога человека. Чем дальше мы забирались в горы, тем сильнее нарастало чувство опасности, и мы старались излишне не рисковать, ища безопасные места для переправ через горные ручьи. Если с нами что-либо случится, выбраться самим отсюда будет невозможно, а тем более дожидаться быстрой помощи. Ближайший аэропорт находится в 450 км в поселке Хатанга. Чтобы сюда доле-



Овцебыки в «карэ».

тел спасательный вертолет, в-первых, нужна хорошая погода и, во-вторых, большие деньги. Ни на то, ни на другое надеяться не приходилось. Идти в тумане и не видеть ничего вокруг было не очень интересно.

Еще издали мы замечаем очередную группу овцебыков. Как только расстояние между нами сократилось до 200 м, стадо срывается с места, устремившись вверх по довольно крутому осыпному склону. За несколько минут они достигли кромки облаков и скрылись в тумане. Похоже, эти быки никогда не видели человека, заматанного в полиэтилен.

Речные прижимы

Река ударялась единым потоком в склон горы, и пройти по самому берегу было невозможно. Пришлось забираться вверх по склону. Потратили час, чтобы обойти, но зато на скалах нашли золотой корень. Как оказалось потом, он растет повсеместно, и мы его использовали при заваривании чая. Хотя явного прилива сил мы не чувствовали, но подсознание делало свое дело.

Судя по космическому снимку местности, впереди нас ждало еще два больших прижима, самых сложных для путешественника участков. Чтобы преодолеть их, приходится порою взбираться на самые вершины и обходить по хребтам. (Хорошо, что мы шли по правому берегу Ледниковой, левый просто изобиловал прижимами.)

Второй прижим обходили почти 3 ч. Скальным обрывом был захвачен весь склон горы до самой ее вершины. Подниматься пришлось по крутой осыпи. Вскоре мы вошли в облака и погрузились в мокрый туман, испытав уже знакомые ощущения.

На спуске повстречали четырех оленей. За время нашего путешествия по горам нам встречалось не так-то много живности, куда меньше, чем в тундре.

Было такое ощущение, что горы мертвы. Попадались редкие чайки, один раз встретили две пары гусей с выводками, зайца, следы песца и волка. А вот овцебыков здесь живет много. Вплоть до самых ледников на земле лежит их помет и видны следы копыт. По-видимому, овцебыки проникли во все уголки гор и чувствуют себя здесь хорошо.

Подходя все ближе к третьему прижиму, мы заранее искали возможный маршрут обхода. У самой вершины гора обрывалась базальтовым уступом, преодолеть который обычно невозможно, но в нижней части прижим оказался осыпным. Перепрыгивая по камням, мы успешно преодолели его у самой кромки воды. Это был для нас неоценимый подарок судьбы, благодаря которому мы смогли пройти в этот день до запланированного места к ручью Седому, преодолев очередные 30 км.

Дождь продолжал моросить, мы поставили палатку, отварили традиционную гречку и начали трапезу. Вдруг за стенками палатки раздалось фырчанье, и я тут же выскочил на улицу. Рядом с палаткой стояли четыре быка. Они испугано смотрели на меня и через несколько мгновений отбежали метров на 50. Наша палатка, по-видимому, помешала им пройти по долине. Понаблюдав за быками, которые не собирались уходить, мы продолжили ужин и вскоре быстро заснули. А ночью мне приснился сон, как быки топчут палатку и нас.

Наступившее утро не принесло радостных перспектив. Все тот же туман, низкие облака и морось. Мы уже поднялись до высоты 450 м, и здесь уже чувствовалась прохлада. Приходится одеваться теплее. Горы стали пустынной и каменистой. Трава росла только у реки и на пологих склонах. Появились снежинки, некоторые лежали у самой реки и имели красноватый оттенок, придаваемый синезелеными водорослями.

Судя по карте, к полудню мы добрались до устья ручья, кото-

рый брал свое начало из ледника №55. Дальше идти не было смысла, здесь будем ставить палатку. Это нелегкое занятие — среди сплошных каменных россыпей найти ровное место. На наше счастье, у самой реки мы отыскали горку песка, которым засыпали площадку, расчищенную от крупных камней. Получился достаточно пологий и ровный пятачок под палатку.

У нас осталось совсем мало времени, чтобы исследовать ледники. Поэтому, невзирая на усталость, сплошной туман и плохую погоду (похоже, что хорошая погода здесь редкость), делаем попытку подняться на ледник вдоль ручья в сплошном тумане. В 300 м ничего не видно, под ногами россыпи мокрых камней, идти скользко, поэтому движемся медленно. Дошли до места, где, очевидно, недавно лежал ледник. Это была ровная отшлифованная ледником площадка. В некоторых местах на ее поверхности видны царапины (ледниковая штриховка). Вскоре из тумана показался язык ледника. Осмотрев ледяной грот, из которого вытекал ручей, мы начали подъем на ледник. Сначала 200 м мы шли по мертвому льду, отчлененному от главного тела. Очевидно, этот участок в недалеком прошлом был еще языком ледника. Чем выше мы поднимались, тем интенсивнее шел снег, и туман становился плотнее. Через 2 ч мы достигли верхнего края ледника. Высотомер показывал высоту 1040 м, видимость 10—15 м. Жаль, не видно окрестностей.

Неожиданный и другие ледники

Впервые ледники Бырранга были открыты в 1948 г. геологом Г.П.Вергуновым, участником экспедиции «Трест «Арктикразведка»». Он обнаружил крупный долинный ледник и дал ему название Неожиданный.

В апреле 1967 г. несколькими рейсами самолета Ан-2 на



Наша палатка в верховьях долины р.Ледниковой.

лыжах в эти места была доставлена уже упомянутая экспедиция Госкомгидромета под руководством ныне известного гляциолога Л.С.Говорухи. Базовый лагерь экспедиции располагался на плато Гляциологов и состоял из трех тентовых палаток. За 5 месяцев экспедиции ученым удалось исследовать многие ледники и нанести их на карту. Самый сложный этап в работе экспедиции был связан с эвакуацией, так как самолет не смог прилететь и забрать людей из-за плохой погоды, поэтому пришлось выбираться пешком, оставив на леднике все имущество экспедиции. Мы надеялись отыскать лагерь гляциологов, но для этого нам предстоит добраться до ледника Неожиданного и подняться на плато Гляциологов. Вероятность отыскать его через 40 лет была невелика, тем более что точного места стоянки экспедиции мы не знали.



Так приходилось обходить речные прижимы.



Каровый ледник Эталон.

Когда мы вернулись в лагерь, погода не изменилась — снег, туман, холодный ветер. Улеглись спать, ближе к утру стало невыносимо холодно. Мы кутались с головой в спальниках, но это не помогало согреться, камни снизу давили бока. Меняя очередную раз позу, я высунул голову наружу и ощутил, как мягкое тепло обдало лицо. Неужели солнце? Вылез из палатки — чудеса: безветренная погода, на небе ни единого облачка, тишина, даже не слышно шума реки. Величавые и неприступные вершины гор укрыты снегом. Схватил фотоаппарат и начал снимать все вокруг. Закончив с фотографией, направился к реке, чтобы умыться. Но она исчезла, только небольшие струи воды сочились между камнями. В котелке с водой, набранной с вечера, лед толщиной в 1 см. Вот почему мы ночью так сильно мерзли, мороз

был нешуточный. Хорошее испытание! Семь дней дождя и на «десерт» мороз. А на дворе ведь только первые числа августа, разгар лета.

Места здесь суровые, и подтверждение тому — наличие ледников на малых высотах. Обычно ледники существуют выше снеговой линии, за которой твердых осадков выпадает больше, чем их может растаять за год. В горах Бырранга теоретическая снеговая линия располагается на высоте 1200 м, что на самом деле выше самих гор [4]. Но благодаря особым географическим условиям (климатическим и орографическим), а именно метелевому переносу снега и высокой расчлененности рельефа, существование современных ледников возможно и ниже снеговой линии.

Сегодня в горах Бырранга находится 96 ледников общей

площадью 30.5 км² [5]. Современное оледенение гор Бырранга имеет горнодолинный характер. Здесь встречаются долинно-переметные, долинные (лощинные), карово-долинные и каровые ледники. Помимо крупных ледников, в Бырранга имеются малые, которые представлены карово-висячими, кулуарными и присклоновыми морфологическими типами. В длину крупные ледники достигают 3–4 км, а площадь самого большого ледника Неожиданного — 4.3 км². Скорость движения льда на ледниках невелика, в среднем — 2–3 м/год. Из-за малой динамической активности на поверхностях ледников отсутствуют трещины. К августу снег на ледниках полностью стаивает, и на поверхность выходит глетчерный лед.

Сегодня нам нужно обследовать как можно больше ледни-

ков, в том числе и самый большой — Неожиданный. Мы не просто шли по узкой долине, а летели. Солнце пригревало так, что пришлось раздеться до футболок, многодневную усталость как рукой сняло. Сегодня за время нашего путешествия мы впервые увидели синее небо и вершины гор. Они были покрыты снегом и ослепительно блестели на солнце. Растительности на склонах практически не было. Пять километров от палатки до языка Неожиданного мы прошли незаметно, хотя приходилось все время лавировать между крупных камней, которыми было засыпано днище долины. При подходе к леднику долина совсем сузилась и превратилась в узкую щель. Вскоре ручей, вдоль которого мы поднимались, скрылся в небольшом ледяном гроте. Вот он, ледник Неожиданный! В 15 м от края ледника на скальном выступе красной краской мы написали «2007» и установили тур с запиской для последователей. Это своеобразный репер: быть может, когда-нибудь мы сюда вернемся, и тогда будет легко определить, как далеко отступил или наступил ледник.

Начали подъем на ледник, уклон языка достаточно крут и составляет 15° , а поверхность испещрена сетью неглубоких сплетенных между собой русел ручьев, спускавшихся вниз по леднику. Из-за ночного мороза таяние ледника прекратилось, поэтому русла были сухими. На белоснежной поверхности кое-где возвышаются конусовидные кучи щебня высотой до 2 м, «муравьиные кучи». От сильного солнца начали болеть глаза, а темные очки одни на двоих. Ледник стал выполаживаться, и мы пошли по ровной поверхности, идеальной для посадки самолета на лыжах.

Вскоре дошли до озера, расположенного прямо на леднике. Это скорее неглубокое понижение диаметром около 150 м на поверхности ледника, заполненное талой водой. Из озера



У языка ледника Неожиданного.



Озеро на леднике Неожиданном.

вытекал ручей. В теле ледника он пропилил глубокий туннель, на стенках которого была видна слоистая текстура. Мы легко перешли ручей вброд и обнаружили первую потерю. Сапоги у Валеры дали течь, а ведь еще нам

возвращаться «домой». Дальше путь лежал к перевалу. Идти было легко. Об опасности провалиться в трещину мы не думали. Ледники Бырранга неопасны, трещин на них нет. Мы шли в полной тишине и безветрии,



Подъем на плато Гляциологов. Внизу ледник Неожиданный.



Остатки лагеря экспедиции 1967 г. На заднем плане озеро на леднике Северном.

казалось, что ледник спал. Несколько раз ледник пересекали следы песка, оставленные на свежем снегу. Что он тут делал, для нас осталось загадкой. Ни мышей, ни птиц, ничего съестного здесь нет, одни только скалы, лед и снег.

Достигнув перевала, мы стали забирать по склону на вершину Плато гляциологов. Уже с перевала было ясно, что северную сторону гор мы не увидим, там было все укутано обла-

ками. На вершине плато стояла метеорологическая будка, приваленная большим камнем. Приборов внутри не было, только лежала ржавая банка из-под кофе с запиской внутри, оставленная норильскими туристами, совершавшими лыжный поход в 1991 г. Отважные ребята! Зимой и в этих местах.

С вершины плато мы увидели на леднике Северном настоящее озеро. Оно было полностью покрыто льдом, и только по краям

имелись небольшие забереги и нагромождения торосистого льда. Решаемся спуститься к нему. Пройдя 300 м вниз по склону, замечаем торчащие из-под снега металлические прутья. Это остатки базы гляциологов. Вот это удача! На маленьком пологом пятачке — три остова палаток, тенты уже сгнили, но лежащие внутри вещи были целы. Научное оборудование, посуда, газовая плита, полные газовые баллоны, раскладушки, ящик гвоздей, формы для хлеба, книги, и все это в неплохом состоянии. Бери и живи, осталось только разгрести снег и натянуть новый тент палатки.

Нам надо спешить, так как на леднике уже появились тени от облаков, идущих с севера, а наступающий туман не шутка, вмиг затянет горы и дорогу назад не найти. К вечеру мы благополучно добрались до палатки, «накрутив» по горам около 25 км. Удалось обследовать шесть ледников и сделать их фотографии. Теперь только остается обработать полученный полевой материал и сравнить его с данными прошлых лет. Но это все будет делаться в Москве. А завтра нам предстоит отправиться в обратный путь длиной в 120 км по карте (а в горах его нужно увеличить на 20—30 км).

Утром солнце уже не обогрело нашу палатку, небо было затянуто плотными облаками, в которых прятались вершины. Горы Бырранга опять погрузились в сонное состояние.

* * *

Ледники гор Бырранга найдятся явно не в лучшем состоянии — они отступают. За 40 лет произошло разрушение крупных ледниковых систем и отчленение ряда ледников друг от друга. Например, с 1967 г. язык ледника Южный отступил на 100—120 м, ледник №55 — на 150—200 м. Малые ледники сокращаются медленнее. Они оказались более жизнеспособными, и их размеры если и изменились, то не так сильно, как больших.



Язык ледника Южного.

Начиная с 1960 г. на всех метеостанциях Таймыра наблюдается тенденция роста среднегодовых температур, о потеплении климата говорят даже рыбаки. По их наблюдениям, ледостав на оз.Таймыр стал наблюдаться на 10–15 дней позже, чем это происходило 10 и более лет тому назад.

Жаль, что горы Бырранга не попали в перечень объектов на-

блюдений по программе Международного полярного года 2007–2008, поэтому финансовых средств для комплексных работ в этом районе выделено не было. Наша скромная экспедиция была проведена благодаря помощи геологов Полярной геологоразведочной экспедиции (пос. Хатанга) и денежным средствам, выделенным по гранту РФФИ. И все же можно счи-

тать, что она дала неплохие результаты.

Мы провели научные исследования, отсняли много материала для научно-популярного фильма. Сидя дома, разглядывая карту, удивляемся, неужели мы побывали в этих далеких местах. Надеемся, что наш поход в горы Бырранга станет еще одной страничкой летописи ледников и природы Таймыра. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 08-05-00284а.

Литература

1. Говоруха Л.С. Открыт новый ледниковый район // Природа. 1969. №7. С.63–65.
2. Мельхеев М.Н. Географические названия Приенисейской Сибири. Иркутск, 1986.
3. Антропоген Таймыра. М., 1982.
4. Тушинский Г.К., Малиновская Н.М. Положение уровня «365» над территорией СССР и связь этого уровня с оледенением // Инф. сб. о работах МГУ. №9. М., 1962. С.5–9.
5. Каталог ледников СССР. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.16. Ангаро-Енисейский р-н. Вып.1. Енисей. Ч.2. Горы Бырранга. Л., 1980.

Обвалы на Маныче

А.А.Свиточ.

доктор географических наук

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

Манычем называют систему озер, водохранилищ и рек Кумо-Манычской впадины шириной 20—30 км, отделяющей Предкавказье от Восточно-Европейской равнины. По нему обычно проводят условную границу между Европой и Азией. Во время летних полевых работ 2007 г. на Маныче в районе оз.Грузского нам удалось наблюдать и сфотографировать обвал берега — редкое для этого времени года событие. Это интерес-

ный для палеогеографических исследований район, поскольку Манычская низина, протянувшаяся на 480 км между Азовским морем и Прикаспийской низменностью, неоднократно служила местом сброса вод древнекаспийских трансгрессий в Понтийский бассейн. Низина представляет собой субширотную вытянутую систему хорошо выраженных в рельефе депрессий. Они заполнены мощной толщей водных (морских, озерных, аллювиальных) отложений, вскрытых речными руслами Восточно-

го и Западного Манычей. В днище впадин присутствуют многочисленные грядовые формы рельефа, образованные глубокой эрозией водных протоков. Для мест подмыва гряд характерны обрывистые берега высотой до 15—20 м. Разрушаются берега весьма интенсивно — до 3—5 м/год, что обусловлено рыхлым составом слагающих обрыв пород, энергичной эрозией речных и озерных протоков и активным обрушением. Сам процесс обычно идет в такой последовательности: в высокую воду от бе-

© Свиточ А.А., 2008



Берег в районе оз.Грузского сложен четвертичными отложениями. Здесь и далее фото автора

рега выносятся рыхлый, ранее скопившийся материал; берег подмывается, образуется крутой обрыв с неустойчивым гравитационным состоянием пород; резко активизируются обвальные процессы.

Обвалы и оползни наиболее часто происходят после того, как основание склона подвергается эрозии и абразии, либо после обильного смачивания рыхлых грунтов ливневыми осадками, весенне-осенним обводнением. Много реже отмечаются не связанные с увлажнением обвалы. Берег в районе оз. Грузского представляет собой 17-метровый обрыв, сложенный древними озерными (буртасскими) песчано-глинистыми отложениями. Он свободен от осыпного шлейфа, отделен от речной протоки широкой полосой осушки.

Обвал, который случился на наших глазах, начался незначительным падением камней с верхней части обрыва. Через некоторое время он резко усилился, и вниз полетели крупные куски пород, разваливавшиеся во время падения на мелкие обломки, закрытые облаком пыли. Потом по простиранию и откосу обрыва стали срываться крупные блоки пород, что сопровождалось нарастающим шумом и глухими ударами крупных обломков, падающих на осушку. После прекращения обвала и рассеивания тучи пыли обрыв представлял собой крутой уступ со свежей стенкой срыва пород, с крупным конусом выноса в основании, сложенным разноразмерными обломками, более крупными в передней части конуса.

Можно предположить, что обрыв в месте события находился в крайне неустойчивом гравитационном состоянии, и было достаточно небольшой причины, чтобы наступила разрядка. ■



Сверху вниз: начало обрушения, камнепад обломков; обломки становятся крупнее; кульминация обвала.

«МЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ МУДРЫМИ И ДОБРЫМИ»



Борис Николаевич Вепринцев. 4.IV.1928—11.IV.1990.

Фото В.Пескова

Такими словами заканчивается письмо видного биолога Бориса Николаевича Вепринцева, обращенное к делегатам Глобального форума по окружающей среде и развитию, проходившему в Москве в январе 1990 г.

Проблема сохранения исчезающих видов занимала Вепринцева последние 15 лет его жизни. Его программа криоконсервации послужила началом создания криобанков. Этой теме он посвящал свои выступления, в том числе на международных симпозиумах.

С текста такого доклада, публикуемого впервые, мы начинаем подборку, в которую включены также воспоминания его друга и соратника А.М.Хохлова и ученика П.Д.Брежестовского.

15 лет назад в «Природе» печатался биографический очерк, посвященный Б.Н.Вепринцеву (1993. №1. С.40–49). Напомним основные вехи его жизни. Родился в семье рабочего, профессионального революционера 4 апреля 1928 г. в Москве. В 1940 г., еще шестиклассником, пришел в КЮБЗ (туда принимали только с 8-го класса), а в 1947 г. поступил на биологический факультет МГУ. В 1951 г. был арестован сначала по обвинению в укрывательстве отца — врага народа, а потом в участии заговора против руководителей партии и правительства. В 1953 г. после снятия ложных обвинений вернулся на биофак. После окончания университета в 1956 г. остался в аспирантуре на кафедре биофизики. Еще будучи студентом (1955), начал записывать голоса птиц в лесах вокруг Звенигородской станции. Первые сделанные им записи прозвучали на Би-Би-Си в 1956 г., а через три года на Всесоюзной студии грамзаписи вышла первая пластинка «Голоса птиц в природе». В результате многочисленных экспедиций в самые отдаленные уголки тогда необъятной родины вместе с замечательным орнитологом В.В.Леоновичем были сделаны тысячи уникальных записей. С 1965 г. и до конца своей жизни Вепринцев работал в Пущине, где руководил лабораторией биофизики нервной клетки. Он оставил нам богатое наследство: труды по биофизике, уникальные приборы для изучения клетки, бесценные записи в фонотеке и международную программу сохранения генома исчезающих видов.

Ноев ковчег XX века

Б.Н.Вепринцев

Мы стоим перед альтернативой: будет ли ближайшее к нам поколение жить в техногенном мире или будет сохранена биосфера... Человечество находится в очень трудном положении. К сожалению, прогнозы Римского клуба, сделанные еще в начале 60-х годов, оправдываются поразительно точно, особенно прогнозы, связанные с ростом народонаселения. Сейчас мы приблизились к 6 млрд, в течение ближайших 30—40 лет приблизимся к 10—12 млрд, т.е. кривая, показанная Медоусом в начале 60-х годов, достаточно точно отражает рост населения. Но, к сожалению, человеческая психика устроена таким образом, что она не поспевает за изменениями, происходящими на Земле и в биосфере. Ведь на самом деле психика очень консервативна, и взгляды, которые у нас складываются к 20—30 годам, только под очень большими ударами судьбы могут измениться. А так они у нас достаточно стабильны. И это мы видим отчетливо, потому что реформы наступают только при смене поколений. Они не идут, когда длительное время одно и то же поколение стоит у рычагов управления.

Стратегия сохранения биосферы, сохранения Земли, должна строиться таким образом, чтобы мы отчетливо представляли себе, что население растет, и этот рост не может быть остановлен, какие бы попытки в рамках человеческой морали мы ни пытались сделать. неизбежно человечество пройдет через очень большие потрясения. И я согласен с профессором Ди Кастри, что мы уже жи-

вим в век ноосферы, но мы должны сделать все возможное, принять меры, исключающие случайность, чтобы биосфера была восстановлена. Уж если человечеству придется жить в техногенной цивилизации, то нужно сделать все, чтобы оно могло сохранить и развивать эту техногенную цивилизацию, но не потерять биосферу полностью.

Наступает период, когда биосфера не сможет вернуться в свое стабильное состояние. Сегодня существует достаточно много грозных признаков, указывающих, что изменения могут стать необратимыми и вся эта живая структура переместится на другой, метастабильный, уровень, мало благоприятный для жизни человечества. Человечество жило и живет в этой колыбели, оно само является клеточкой, тканью этого переплетения биологических процессов, переплетения биоценозов.

Я не буду говорить о том, как важно сохранить биосферу. Я просто приведу примеры, показывающие, *каким образом*, может быть, удастся сохранить биосферу. Сейчас это в большей степени социальная программа, чем научная проблема, и я думаю, что современная наука и здравый смысл достаточно ясно понимают, что надо сделать. Но инерция человеческой психики и особенно человеческого поведения такова, что нам кажется, что мы неизбежно стоим перед стихией, а мы должны найти возможность исключить неблагоприятные последствия этих событий.

Поддержание видов в естественных биоценозах —

проблема очень трудная, потому что биоценозы разрушаются. И, к сожалению, разрушение среды находится в степенной зависимости от численности населения и в обратной зависимости от уровня национальной культуры в отношении среды. Поэтому шансы сохранить естественные биоценозы почти нереальны. Вот, к примеру, райская страна Монголия. Но ее национальная программа — довести в ближайшие годы население до 10 млн человек, думаю, не будет способствовать сохранению биосферы в этой стране.

Размножение исчезающих видов в неволе — очень сложная вещь. Даже если все зоопарки Соединенных Штатов будут разводить исчезающие виды, они смогут поддерживать не более 300 видов. По одной простой причине: чтобы поддерживать вид в течение 100—150 лет (а это шесть-семь поколений) и исключить его деградацию из-за инбридинга, необходимо иметь около 300—500 особей. Это, конечно, нереально. Хотя какое-то количество видов будет сохранено в зоопарке, и при этом надо учесть, что зоопарки выполняют огромную роль по изучению биологии видов и условий их размножения.

Но есть третий вариант (конечно, тоже не самый лучший) — **криоконсервация клеток, несущих генетическую информацию, и долговременное сохранение генетической информации**. Это тоже непростая проблема, но как раз то, что можно было бы назвать действительно Ноевым ковчегом. У Ноя был ковчег колоссальный:

* Выступление Б.Н.Вепринцева на Международном симпозиуме «Биосфера и человечество: история и современность», посвященном 125-летию В.И.Вернадского. Пушино. 25—30 марта 1989 г.

он сумел взять по паре каждого представителя живого. Думаю, что даже если мы сделаем Ноев ковчег, способный вместить генетическую информацию обо всех существующих сегодня на Земле видах, только часть из них мы сможем вернуть к жизни. Ведь чтобы вернуть к жизни вид, генетическая информация о котором находится в криоконсервированном состоянии, нужно знать биологию и физиологию размножения вида и воспроизвести условия, необходимые для их нормального развития.

По прогнозу Римского клуба, стабилизация численности населения произойдет через 150—200 лет. И тогда, возможно, удастся вернуть природу и воссоздать те биоценозы, которые разрушатся между 2000 и 2050 гг. Для этого нужны колоссальные усилия всех стран, людей, и в первую очередь правительств. Экспертные оценки и работы, проведенные по тропическим лесам и тундре, очень четко показывают, что нужно минимум 30% территории оставить неприкосновенными, полностью исключив из хозяйственного и культурного освоения. Только в этом случае можно что-то сохранить. Самое дешевое, конечно, сохранять виды в естественной обстановке. Это необходимо сделать для мелких видов, насекомых, микроорганизмов, все многообразие которых никакой Ноев ковчег, никакой банк не сможет вместить.

Я приведу отдельные примеры исчезновения видов. Были огромные стаи странствующего голубя. Последний экземпляр исчез в 1914 г., умер в зоопарке. В исчезновении видов серьезным фактором оказалась мода на перья, из-за которой уничтожены колонии белых цапель в США, в России и во Франции.

Человеческая деятельность настолько неуправляема, что мы сейчас столкнулись с тем, что атлантический осетр, добыча которого была огромна в Европе и у нас, практически исчез. За 80—90-е годы в устье Роны не

поймали ни одной самки со зрелой икрой. А ведь это продовольственные ресурсы мира. Потеря таких видов даже с самой утилитарной точки зрения абсолютно недопустима. <...>

В Южной Америке, Патагонии живут мара — грызуны из семейства свинковых, очень интересные животные, по словам Дж. Даррелла, «похожие на миниатюрных львов с Трафальгарсквер». Неумеренная охота свела их популяцию к размерам, когда трудно выжить. Другой пример — африканская птица черноклюв, которая в связи с процессом осушения болот и ирригации исчезает очень быстро.

По мере исчезновения многих видов исчезает и духовная культура человека. Если у нас не будет той среды, в которой мы жили, то мы перестанем понимать целый ряд произведений искусства. Я говорю о произведениях не только натуралистов. Многие уже будет невозможно представить. Например, ибисы... Более 800 млн лет этот вид жил на Земле. Он пережил ледниковую эпоху, но пережить современную цивилизацию уже не в состоянии. Еще 15 лет назад я собственными глазами видел этот вид на Дальнем Востоке. Сейчас он почти сметен с лица Земли. Популяция красноногих ибисов обнаружена сейчас в Китае, около 30 штук. Непонятно, удастся ли сохранить эту оставшуюся популяцию.

Проблема исчезновения касается не только диких животных, но и аборигенных пород домашних животных. Возьмем, например, якутскую корову, которой по крайней мере 600 лет. Она даже зимой не нуждается в укрытии и в поисках корма раскапывает снег полутораметровой глубины. Оставшееся стадо этих животных на грани полного вымирания.

Сохранить генетическую информацию — значит иметь полную молекулярную характеристику генома данного вида. Но это уже дело современных молекулярных биологов. Пона-

добится лет 50 на то, чтобы они смогли это сделать. За это время многие виды исчезнут с лица Земли. Сейчас генетическую информацию можно сохранить, фиксируя геном спиртом или феноксиэтанолом. При этом нарушается специфическая транскрипция, но сохраняется нативная структура ДНК. Однако сегодня наиболее реалистична **консервация глубоким замораживанием**.

В свое время, примерно лет 14 назад, вместе с Натальей Николаевной Ротт, сотрудником Института биологии развития АН СССР, и с целым рядом других биологов мы попытались рассмотреть эту проблему*. Допустим, мы можем замораживать клетки, несущие генетическую информацию. А сможем ли мы ее реализовать, воскресить животных из этих клеток? Такая схема воскрешения создана. 14 лет назад казалось, что в ней очень много фантастического. Однако обсуждение на симпозиумах показало, что эта схема не противоречит науке. И последующее развитие событий поз-

* Впервые эту идею Вепринцев изложил в Ашхабаде на заседании XIV Генеральной Ассамблеи Международного союза охраны природы 24 сентября — 6 октября 1978 г. Предложение Вепринцева и Ротт о развитии в международном масштабе работ по сохранению генофонда Земли путем создания низкотемпературных банков генетических ресурсов всех, и в первую очередь редких и исчезающих видов животных и растений и разработке методов восстановления жизнеспособных особей приняты как программу третьего уровня Глобальной стратегии сохранения природы. К тому времени стратегия включала только два уровня: сохранение животных в естественных условиях на охраняемых территориях и разведение в неволе. Вепринцеву предложили создать в рамках комиссии МСОП по сохранению редких видов международную группу «Консервация геномов исчезающих видов животных и растений», председателем которой он был избран затем трижды. Схема воссоздания живых животных из консервированных геномов впервые была опубликована и в журнале «Природа» (1978. №11. С.15—20), а затем в «Nature» (1979. V.280. №5724. P.633—634). — Примеч. О.Д.Вепринцевой.

волило убедиться в этом. Целый ряд этапов, которые казались нереальными, выполнены, в частности трансплантация гонад, в том числе межвидовая. Сегодня удается замораживать гонады, и трансплантация идет, и животное, которому трансплантирована чужая гонада, может давать живое потомство. Это используется сейчас даже в разведении лабораторных животных. В Светлых горах под Москвой лаборатория, занимающаяся лабораторными животными, таким образом поддерживает линии мышей с большими генетическими нарушениями**.

Схема реализации генетической информации основана, по существу, на достижениях современной биологии развития. Можно получать живых животных, когда используется только генетическая информация, находящаяся в мужских половых клетках. Так получают андрогенетических животных, например лягушек и рыб.

Если имеется женская половая клетка, удается получать гиногенетических животных, пока только амфибий и рыб. Для млекопитающих как будто не было принципиальных возражений против использования этой схемы, так как и мужские, и женские половые клетки несут практически полную генетическую информацию. Но реально оказалось, что мужские и женские геномы считываются в потомстве по-разному. Поэтому, чтобы получить живое млекопитающее, нужны и мужская клетка, и женская клетка. Думаю, что наука развивается так быстро, что можно будет научиться управлять транскрипцией. <...> Для рыб и амфибий замороженные



В первом криобанке Института биофизики АН СССР. Слева направо: В.Н.Вепринцев, И.В.Кристс, Л.М.Межевникова. 1984 г.

спермии позволяют восстановить особь уже сегодня, для птиц и рептилий это сделать достаточно сложно, а для млекопитающих имеется по крайней мере теоретическая возможность. Н.Н.Ротт получила совершенно нормального андрогенетического аксолотля, несущего только мужскую наследственность. А так как у самцов амфибий существуют и X-, и Y-хромосомы,

то от таких андрогенетических аксолотлей можно получить обоеполюю популяцию. Таким способом могут быть восстановлены многие лягушки и другие бесхвостые амфибии <...>.

Для млекопитающих идеальный материал для криоконсервации — зиготы и эмбрионы на ранних стадиях. Извлечение яйцеклеток у мыши производится операционным путем. Но сейчас

** К сожалению, в настоящее время это учреждение, преобразованное в научный центр биомедицинских технологий РАМН, перестала заниматься проблемами криоконсервации в соответствующем контексте. После трагической гибели А.Н.Малашенко, верного сподвижника Бориса Николаевича, это направление работы было прекращено. — *Примеч. Н.Ю.Сахаровой.*

мы разработали метод безоперационный. Зародыши извлекаются на стадии двух бластомеров или на более продвинутой стадии и замораживаются в жидком азоте. После оттаивания эмбрионы помещают в среду, культивируют и дальше пересаживают приемной матери операционным путем или с помощью катетера, без операции. В мире подобные опыты сделаны более чем на 50 видах животных. Практически с каждым видом удалось добиться трансплантации и развития в том случае, если есть приемная мать. В качестве модельных видов мы используем лабораторных животных. Мышата, родившиеся из трансплантированных эмбрионов, совершенно нормальны. <...> Таким образом мы создаем банк лабораторных животных и помещаем туда клетки самых разных видов. Следует подчеркнуть, что даже в случае повреждения отдельных клеток эмбриона при замораживании криоконсервация не наносит вреда родившемуся животному. Репарационные возможности эмбриона настолько велики, что так называемой «жертвы аборта» не существует. Зародыш или погибает, или рождается нормальное существо.

Для пересадки эмбриона одного вида к другому в отдельных случаях приходится создавать химеру. Она состоит из клеток, принадлежащих к разным видам. Подобные опыты проводились на двух линиях мышей. Для этого соединяют два эмбриона, они срачиваются между собой, и такой соединенный эмбрион пересаживают приемной матери. При этом механизмы развития так все координируют, что рождается одно животное, но в нем клетки от двух разных животных. Если эти клетки от разнополовых животных, рождается гермафродит.

Мы получили мышиную химеру следующим образом: у двухклеточного эмбриона удалялось из одного бластомера собственное ядро и в него вво-

дился кариопласт от двухклеточного эмбриона другой линии. При введении такого реконструированного эмбриона в яйцевод приемной матери родился нормальный химерный мышенок. В процессе получения такой химеры наблюдались очень интересные явления. Оказалось, что для осуществления энуклеации нельзя проникнуть в клетку микропипеткой и вытащить ядро, так как в поверхностной клеточной мембране образуется дырка и клетка погибает. Поэтому ядро приходится вытаскивать вместе с поверхностной мембраной и прилегающей к ядру цитоплазмой. А для того, чтобы ввести в энуклеированный бластомер кариопласт от другой линии, приходится пропускать через эти клетки электрический импульс, которой приводит к их слиянию. В данном случае электрофизиология соединяется с чистой зоологией.

Долго не удавалось получить гибрид овцы и козы. Наконец, в 1983 г. в Германии и в 1983—1984 гг. в Англии была создана особого рода химера. Использовались эмбрионы овцы и козы. От зародыша, полученного от овцы, которая была и приемной матерью, взяли только трофобласт — ту часть эмбриона, которая питает и соединяет эмбрион с плацентой. А от эмбриона козленка взяли внутреннюю зародышевую массу, т.е. часть эмбриона, несущую генетическую информацию. Приемная мать признала новорожденного своим, но родила она козленка! Между матерью и детенышем поначалу было некоторое недопонимание. Биохимический анализ не обнаружил в козленке никаких следов биологического материала приемной матери. Это был нормальный самец, от которого родилось потомство. Таких опытов было проделано множество в 80-х годах. Получали совершенно невероятных чудовищ, где произвольно смешивались клетки овцы и козы, а в результате получались самые разные варианты.

Думаю, что если наука будет прогрессировать, можно будет восстановить трилобита, который вымер 50 млн лет назад. Дело в том, что геном трилобита частично сохранился в мечехвосте, который сегодня процветает, хотя как вид он существует 250 млн лет. Есть и еще одно животное, которое несет геном мечехвоста — щитень, обитающий у нас в пойме Оки, а также в Северной Африке и во многих других местах. Этому виду по крайней мере 250 млн лет.

Прекрасная ситуация складывается с морскими беспозвоночными. Мы пробовали замораживать эмбрионы морских ежей. У них очень легко получать икру и сперму, не губя при этом само животное. Оказалось, что зародыши на поздних стадиях, а также личинки замораживаются прекрасно, а на ранних стадиях очень трудно. Криоконсервированные личинки дают практически 100% выживаемости. После опыта мы возвращаем морских ежей в море. Очень важно, чтобы эта идея не была скомпрометирована убийством животных ради получения от них половых клеток.

С растениями ситуация тоже решается. Семена растений не живут 300 млн или 2 тыс. лет, как считалось, исходя из находок в египетских пирамидах. У них довольно ограниченный срок жизни, самое большое — 100 лет. Такого возраста были семена ячменя, найденные в фундаменте Нюрнбергского театра. Однако есть семена, теряющие всхожесть через неделю, через месяц. Еще в конце прошлого столетия, как только получили жидкий воздух, Беккерель замораживал семена и изучал их всхожесть.

В Пушине С.Г.Яшина и Э.В.Шабаева из Института почвоведения и фотосинтеза АН СССР вместе с В.Л.Тихоновой, сотрудником Института охраны природы, проделали гигантскую работу по изучению последствий замораживания в жидком азоте семян дикорастущих ви-

дов, в том числе лунника оживающего (*Ruthenica rediviva*), занесенного в Красную книгу СССР (1984), и рябчика русского (*Fritillaria ruthenica*) из Красной книги РСФСР (1983). Последствия замораживания изучали по всхожести и по морфометрическому анализу выращенных растений в специально устроенном питомнике. За три года получены великолепные результаты. Практически 70% семян после замораживания при -196° всходят и дают нормальное потомство. Иногда в первом поколении после криоконсервации наблю-

дается изменение некоторых морфологических признаков. Но проверка на последующих поколениях показала, что уже в двух-трех поколениях эти изменения практически полностью исчезают.

Заморозили и проверили на всхожесть около 100 видов, среди которых много прекрасных растений: колокольчики, гвоздики, сон-трава... Подобные опыты удастся проделать для представителей хвойных и папоротниковых. Конечно, семена не всех растений удастся замораживать. В таком слу-

чае замораживают соматические клетки, меристемы, каллусные ткани, пыльцу, из которых в культуре ткани *in vitro* в дальнейшем восстанавливают растения. Кстати, хотелось бы заметить, что в Европе более 25% дикорастущих цветковых растений исчезло.

Я закончу словами Холдейна: «Как убежденный дарвинист я основываюсь на вере, что у меня кровное родство с животными; эти отношения родства, конечно, более отдаленные, чем родство с другими людьми, но того же биологического порядка».

Комментарий

Работы, инициированные Б.Н.Вепринцевым и развиваемые под его руководством, сейчас успешно продолжают десятки его учеников и соратников. Часть лаборатории биофизики клетки, возглавлявшаяся им, преобразована в лабораторию криоконсервации генетических ресурсов под руководством Э.Н.Гаховой (в прошлом аспиранта Вепринцева), которая и сегодня активно работает. За последнее десятилетие коллеги и последователи Вепринцева собрали многочисленные данные, связанные с различными аспектами криоконсервации [1, 2].

Вепринцев не раз говорил, что будущий Всесоюзный криобанк следует разместить в массивах льда вечной мерзлоты, что обеспечит поддержание отрицательных температур даже в случаях перебоев в энергоснабжении. К теоретическому и экспериментальному обоснованию такой возможности для растений его коллеги приступили с середины 90-х годов [3]. При этом они встретились с поразительным явлением! В семенах, найденных в древних льдах, нашли клетки, способные к развитию [4]. Возраст этих семян более 30 тыс. лет.

В начале 2008 г. состоялось открытие Всемирного хранилища семян (Svalbard Global Seed Vault), построенного в Норвегии в горах Свальбарда (Шпицберген), в зоне вечной мерзлоты, всего в тысяче километров от Северного полюса. Идея создания этого проекта возникла еще в 1983 г., а проектирование началось в 2005 г. Цель — обеспечение продовольственной безопасности планеты на случай экологических и социальных катастроф. Задача — долговременное хранение семян сельскохозяйственных культур, уже собранных в коллекциях любых стран мира, т.е. дублирование этих коллекций для их восстановления в случае утраты. Температура -18°C и ограничение доступа кислорода тормозят метаболические процессы, что позволит обновлять образцы значительно реже, чем при хранении в обычных условиях.

Однако проблема сохранения и тем более восстановления находящихся под угрозой исчезновения дикорастущих видов не стоит в сегодняшней повестке дня этого глобального зернохранилища. Поэтому работы по созданию криобанков, методов сохранения генетических ресурсов и восстановления исчезающих растений остаются актуальными. Технологи криоконсервации особенно перспективны для сохранения видов, размножающихся преимущественно вегетативным путем, что требует замораживания и оттаивания обводненных тканей, а также для семян с высокой влажностью, поскольку включают в себя методы защиты живых клеток от возможных криоповреждений.

Итак, идея криобанка, принятая вначале в штыки многими российскими учеными, сегодня получила реальное воплощение, превратилась в развивающееся направление мировой науки, подкрепленное массой экспериментальных данных. В ноябре 2006 г. единомышленники Бориса Николаевича Вепринцева учредили научное Международное общество «Сохранение генетических ресурсов им. проф. Б.Н.Вепринцева», объединяющее специалистов стран СНГ.

© Публикация и комментарий **О.Д.Вепринцевой**

Литература

1. *Gakbova E.N.* Genetic cryobanks for conservation of biodiversity // *Cryo-Letters. Suppl.1.* 1998. P.57—64.
2. *Гахова Э.Н., Утешев В.К., Шишова Н.В., Яшина С.Г.* Криобанк геномов животных и растений в Институте биофизики клетки РАН // *Биофизика живой клетки.* 2006. Т.8. С.14—38.
3. *Tikhonova V.L., Yashina S.G.* // *Physiol. & General Biol. Rev.* 1997. V.13. Part 1. P.1—33.
4. *Яшина С.Г., Губин С.В., Шабалева Э.В., Егорова Е.Ф.* // *Доклады Академии наук.* 2002. Т.383. №5. С.714—717.

Уникальный комплекс приборов

А.М.Хохлов,

кандидат технических наук

Институт биологического приборостроения РАН

Пушино

Ныне даже рядового обывателя нельзя удивить трансгенным растением или животным, клоном млекопитающего или направленным синтезом биологически активных веществ. Активно обсуждается и уже используется заместительная клеточная терапия, а про микроманипулятор, совершенствующий микронные перемещения, и говорить не приходится.

А ведь все это начиналось каких-то 40 лет назад и, по моему глубокому убеждению, все это предвидел Борис Николаевич Вепринцев, мой учитель в биологии и жизни и мой старший друг. Мне уже 70 лет и я имею право оценить вклад Бориса Николаевича и в клеточную биологию, и особенно в создание методов и приборов для исследования клеток.

Сейчас пересадить ядро в клетку, сделать микроинъекцию дозой 10^{-8} мл или снять с нее электрический потенциал может даже студент старшего курса университета. А 40 лет назад такие процедуры выполняли лишь единицы, начинающие развивать клеточную биологию. Они придумывали не только методики, но и своими руками создавали приспособления и приборы. Вепринцев, в отличие от таких асов, не только понимал, что эту аппаратуру нужно разрабатывать, изготавливать и оснащать исследующие клетку лаборатории, но и находил время

для этого в своем плотном графике. В 1965 г. ему удалось пробить (советское слово!) постановление Совета Министров СССР и деньги на разработку микроманипулятора для микроэлектродных исследований клеток, где исполнителем работ было Ленинградское оптико-механическое объединение (ЛОМО). Оно выпускало тогда немецкий микроманипулятор Рейнита на скользящих плоскостях (мне кажется, документацию на него взяли в качестве трофея). В мире тогда было всего две модели: упомянутый немецкий прибор и микроманипулятор биолога П.Фонбрюна. Их использовали только для изолирования микробных клеток, но обеспечить длительное удержание микроэлектрода в нейроне они не могли.

Защитив кандидатскую диссертацию, Вепринцев в 1965 г. приехал в Пушино. Г.М.Франк, создатель и первый директор Пушинского научного центра биологических исследований, предложил молодому кандидату наук организовать в Институте биологической физики АН СССР лабораторию. Борис Николаевич назвал ее лабораторией биофизики нервной клетки. В тот же год я приехал в Пушино по приглашению В.В.Тихомирова в организуемое СКБ биологического приборостроения (СКБ БП АН СССР) для разработки приборов для научных исследований: физика и техника в биологию! Я уже был достаточно «матерый» инженер-конструк-

тор, имеющий стаж работы в оборонке около 10 лет, но совершенный профан в биологии.

Это было классное время! Мы были молодыми, но уже опытными инженерами (в СКБ нас было 130–150 человек) и энергичными спорщиками. Шло становление научного центра! Вспомните, какую аудиторию собирали доклады Франка о развитии Центра; столовую — барак возле трех берез, СКБ БП — в здании мастерских ИБФ! Наша встреча с Борисом Николаевичем состоялась в августе 1965 г., когда мне, заведующему сектором оптико-механических устройств, предложили заняться разработкой микроманипуляторов совместно с отделом Тихомирова, разрабатывающего универсальный комплекс для электрофизиологических исследований. Научное руководство осуществлял Вепринцев.

Борис Николаевич предложил встретиться в его квартире в доме №7 микрорайона «В», которую получил совсем недавно. Борис Николаевич недавно получил ее. В абсолютно пустой прихожей стояли два огромных рюкзака. Их обладатели (Г.А.Курелла и Вепринцев) только что вернулись из Окского заповедника. Начали обсуждать, какие требования предъявляются к подобным приборам. С изрядным скептицизмом смотрел я на маленькую коробочку, в которой лежала сделанная Куреллой микроманипуляционная головка типа П.Фонбрюна. После габаритов той военной техники,

над которой работал я прежде, мой скептицизм был объясним. Потом уже в лаборатории Бориса Николаевича составляли техзадания, а я обучался новой технике и новым основам взаимоотношений.

Работу начали с энтузиазмом, и уже в 1967 г. изготовили опытный образец комплекта микроманипуляторов первой модели (КМ-1), а через два года, после испытаний в биологическом эксперименте, — первую опытную партию из пяти комплектов. Это была большая победа, так как пришлось освоить ряд новых прецизионных технологий, обучить рабочих и другой технический персонал. Исследователи, получившие прибор, сразу оценили его достоинства. Универсальный КМ-1 имел несколько сменных головок с различными характеристиками, легко компоновался с различными микроскопами под методику эксперимента, имел antivибрационное основание и не требовал в эксплуатации каких-либо дополнительных жестких столов и верстаков. Он помещался в небольшом экране для защиты объекта от электромагнитных помех. В 1972 г. на Лейпцигской ярмарке прибор получил Большую золотую медаль и диплом.

Такой международный успех вызвал огромный резонанс в Пушинском центре, в Академии наук, среди специалистов, изучающих клетку. Появилась потребность в сопутствующих приборах и в дальнейшем расширении возможностей КМ-1. Составили комплексную программу по созданию аппаратуры для клеточных исследований, которую опубликовали в 1973 г. (Б.Н.Вепринцев, А.М.Хохлов и Г.Р.Иваницкий). К 1978 г. разработали всю необходимую аппаратуру для оснащения клеточной лаборатории — от изготовления стеклянного капилляра для микроинструмента до обработки полученной информации. На выставке «СЭВ—Наука-1978» в Москве



Лауреаты Государственной премии СССР 1982 г. в области науки и техники за цикл работ «Разработка, создание и внедрение комплекса прецизионных приборов для микрохирургии и измерения электрических характеристик живой клетки». Стоят (справа налево): биологи Н.Чемерис и И.Крастс, конструкторы Е.Иванов и В.Решетников. Сидят (справа налево): руководители проекта Б.Вепринцев и А.Хохлов.

экспозиция клеточной лаборатории пользовалась огромным вниманием у наших и зарубежных исследователей. Через два года этот комплекс получил почетный диплом и золотую медаль ВДНХ СССР. Тогда же приняли решение о начале серийного производства на Экспериментальном заводе научного приборостроения в научном центре в Черноголовке. Первую партию серийных приборов выпустили в 1982 г., а сам комплекс приборов получил Государственную премию СССР.

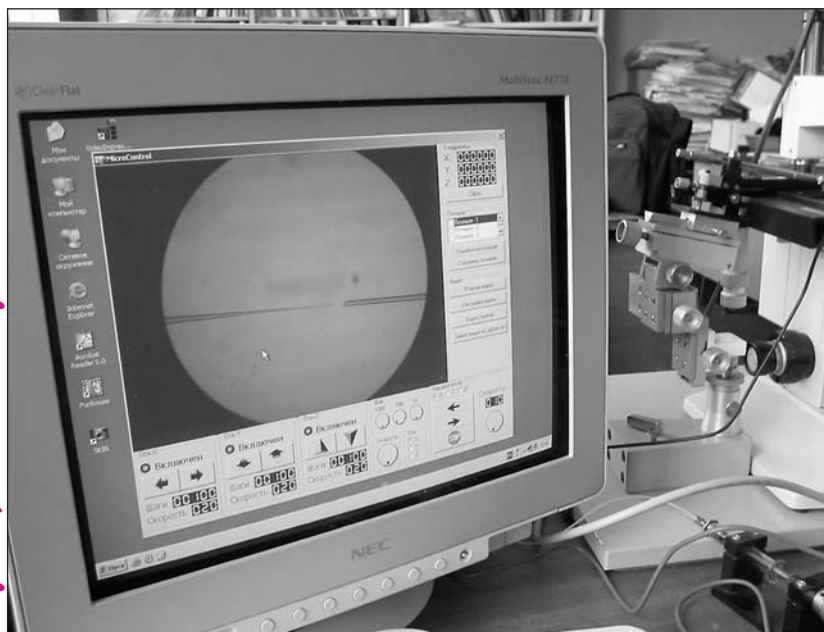
Борис Николаевич уделял много времени освоению производства на заводе в Черноголовке, встречался с директором завода Б.С.Кононовым, главным инженером Л.П.Кокуриным, разъяснял цели исследований, беседовал с рабочими, собирающими микроманипуляторы, заражая их своим энтузиазмом.

В этот же период вышла статья Б.Н.Вепринцева и Н.Н.Ротт в журнале «Nature» об идее со-

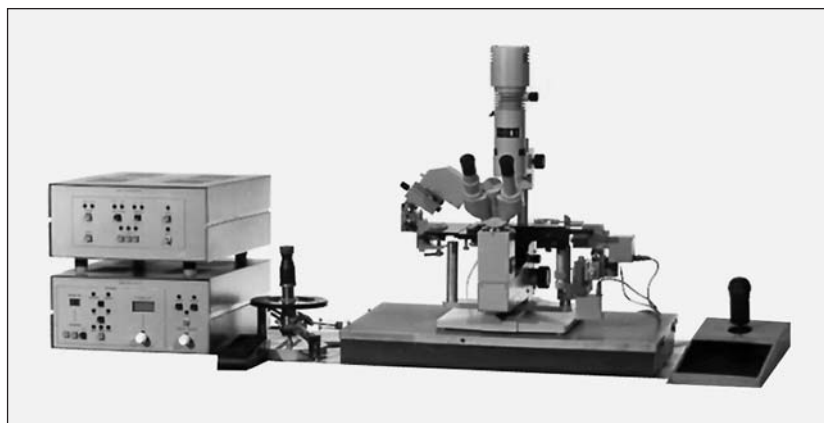
хранения генетических ресурсов животных, находящихся на грани исчезновения, с использованием криоконсервации. Предлагались пути для разработки методов восстановления живых особей из размороженного материала.

Вепринцев поставил задачу создать комплекс приборов, необходимых для разработки экспериментальных подходов и методов для реконструкции клеток и эмбрионов. Полным ходом шло формирование криобанка клеток редких и исчезающих видов при ИБФ АН СССР.

Вместе с коллегами Вепринцев подготовил Целевую программу эмбриогенетики, которую курировал вице-президент АН СССР Ю.А.Овчинников. Помимо лаборатории Вепринцева в Институте биофизики АН СССР, в ней участвовали кафедра эмбриологии Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова и Институт молекулярной генетики АН



Изображение микроинструментов и программы управления микроманипулятором на экране дисплея персонального компьютера.



Комплект микроманипуляторов для инвертированного микроскопа «Карл Цейсс».

СССР (лаборатория К.Г.Газаряна). Мы приступили к разработке прибора для микрохирургии яйцеклетки (ПМЯ-1), а также приборов для культивирования клеток и органных культур. В работе использовались новые подходы — магнитные носители, пористые мембраны и диффузные подложки. Работа проводилась в сотрудничестве с Э.И.Лежневым.

В течение года совместно с заводом в Черноголовке изго-

товили опытную партию приборов ПМЯ-1 из пяти штук: два прибора получил Институт биофизики АН СССР, один — Институт животноводства в Харькове, один — Институт медицинской генетики АН СССР и один — Овчинников. Большая часть приборов работает и сегодня.

В 80-е годы мы активно сотрудничали со странами СЭВ. Насосами фирмы «Техпан» (Польша) комплектовали приборы, обеспечивающие жизнедея-

тельность клеток. Вместе с Сегедским биологическим центром (Венгрия) проектировали усилитель «pathclamp» с набором микроманипуляторов. Совместно с Институтом энтомологии ЧССР делали прибор для электрослияния клеток, а с фирмой «Карл Цейсс» (ГДР) — инвертированный микроскоп для микрохирургии клеток и эмбрионов. Уже к концу 80-х годов выпустили опытные образцы всех приборов и разработали новый микроманипулятор для инвертированного микроскопа.

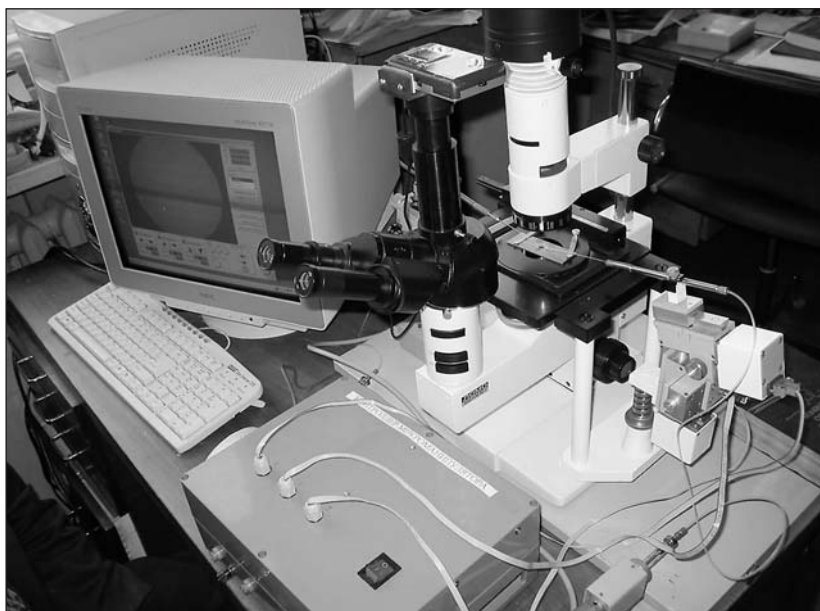
Для дальнейшего развития клеточных исследований и обеспечивающей их аппаратуры нами была сформулирована концепция, которую опубликовали в 1990 г., когда Вепринцева уже не стало.

Более 60 научных учреждений АН СССР, ВАСХНИЛ, Минмедпрома и других ведомств снабжались нашей аппаратурой, необходимой для микрохирургических и микроэлектродных работ с клеткой. Большой опыт работ вывел клеточные исследования на передовой уровень. Но это не было финалом. Необходимость в новой аппаратуре и совершенствовании созданной диктовалась прежде всего появлением новых методов исследований и объектов иной структурной организации; кроме того, повышением точности и воспроизводимости результатов измерения; применением вычислительной и микропроцессорной техники, созданием новой технологии, а также необходимостью учета требований быстро развивающейся биотехнологии, внедрения ряда методов и технических средств в сферу материального производства (скрининг и проверка на биологическую активность новых биохимических и лекарственных препаратов, перенос генетического материала и получение клеток с заданными свойствами, сохранение генетических ресурсов, культивирование биологических объектов и некоторые другие).

К сожалению, осуществление этой программы сильно затянулось по нескольким причинам. Главная из них — с нами не было больше Бориса Николаевича. Кроме того, разделение Института биофизики на два института привело к распаду и лаборатории Вепринцева, что не способствовало кооперированию, и, наконец, перестройка Академии наук, казалось, предала забвению научное приборостроение.

Но вот в 1994 г. СКБ БП преобразуется в Институт биологического приборостроения РАН. Восстанавливается сотрудничество с «дочерними клетками» Института биологической физики АН СССР — Институтом теоретической и экспериментальной биофизики РАН (директор — Г.Р.Иваницкий) и Институтом биофизики клетки РАН (директор — Е.Е.Фесенко), с бывшей лабораторией Вепринцева, которой теперь руководит Л.М.Чайлахян. Выравнивается положение нашей лаборатории. С помощью гранта Миннауки мы разработали ряд недостающих приборов для полного цикла клеточных технологий — от изготовления микроинструментов из стекла до криоконсервации биологического материала. Усовершенствован генератор для электростимулируемого слияния клеток, электропоратор, микроманипулятор с возможностью управления от ПЭВМ и другие приборы.

Как предвидел Вепринцев, наши приборы востребованы и наукой, и практикой, заказы поступают ежегодно. Вот один пример. В 1993 г. появился медицинский центр «Эмбрион» (руководитель — К.Н.Кечиян) для оказания помощи при бесплодии. Проблема серьезнейшая — по статистике в России каждая четвертая пара бесплодна. Совместно с кафедрой эмбриологии Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова, вовлеченной Вепринцевым в программу по эмбриогенетике, сотрудники центра развивают методы экстракорпорального оплодотворения. Мы, в свою оче-



Экспериментальный образец автоматизированного микроманипулятора.



Опытный образец прибора для электростимулируемого слияния клеток.

редь, полностью обеспечиваем «Эмбрион» нашей микроманипуляционной аппаратурой и помогаем в обслуживании приборов. Центр эффективно работает, за это время проведено около 3500 успешных операций.

Предвидения Вепринцева сбываются — клеточные тех-

нологии вышли на широкую дорогу в сельском хозяйстве и медицине. Сегодня клонирование и заместительная клеточная терапия — не только сюжет для средств массовой информации, но предмет серьезного обсуждения научной общественностью.

Через призму Вепринцева

Биография современника

П.Д.Брежестовский,
доктор биологических наук
Средиземноморский институт нейробиологии
Марсель

Воспоминания о жизни одного человека всегда тесно переплетены с судьбами других людей, и, естественно, с собственной жизнью. Можно разделить эпизоды воспоминаний или замаскировать других и себя, но тогда получится какая-то не совсем естественная картина. Поэтому это рассказ о Вепринцеве, и не только о нем: о Пущино, о коллегах, друзьях, о себе... Борис Николаевич тем или иным образом повлиял кардинально на судьбу каждого из нас.

Загадочный город Пущино

В начале 1968 г., будучи студентом четвертого курса университета, я купил только что вышедшую в издательстве «Мир» книгу Бернарда Катца «Нерв, мышца и синапс». В тот момент я не предполагал, что приобретаю книгу, которая определит всю мою дальнейшую жизнь: в процессе чтения я влюбился в синапс — сложную, гармоничную и потрясающе красиво организованную структуру, более того, понял, что хотел бы всю жизнь изучать это загадочное образование, ключевой элемент передачи информации в нервной системе. И сегодня синапс продолжает представлять главный объект моих экспериментальных исследований.

Слушая лекции в Днепрпетровском университете, я понятия не имел, где в Советском Союзе занимаются синаптической передачей. Один из мест-

ных преподавателей показал мне сборник, изданный в городе со странным названием «Пущино», и сказал, что, возможно, в этом городе есть лаборатории с «синаптической тематикой». В том первом сборнике я нашел работу о регистрации ионных токов в нейронах моллюска. У авторов были красивые, загадочные фамилии: Вульфиус, Вепринцев, Зеймаль... Кто они такие, я, естественно, понятия не имел, но уже любил их заочно, так как они занимались прекрасным синапсом. Был почему-то уверен, что главный из них — бородатый, седовласый профессор Вульфиус.

Как попасть к этим людям, я тоже не знал. Помогло стечение обстоятельств, или просто судьба в образе распределения на преддипломную практику. Читая места, из которых пришли заявки на нее, я обнаружил предложение из некоего заведения с непонятным названием СКБ. Заявка была из города Пущино! Единственная реальная возможность попасть туда — это поехать на практику в СКБ. Буду или нет я проходить ее — не так уж важно. Важно то, что найду там профессоров Вульфиуса и Вепринцева и на любых условиях попрошусь у них заниматься синаптической передачей.

Приехав в Пущино, я мгновенно влюбился: в сам город, в его зеленую зону, в институты, в его жителей, которые обращались со мной как с равным и непрестанно говорили о каких-то научных проблемах. При первом посещении Института биологической физики и лаборатории «Биофизики нервной клетки»,

которой, как выяснилось, заведовал Вепринцев, меня ожидало много удивительных открытий. Например, профессор Вульфиус оказался совсем не седовласым мужчиной и даже не профессором. Убедить Катю Вульфиус взять меня к себе на обучение было нелегко. Но это — тема для другого рассказа.

Первую встречу с Борисом Николаевичем я не помню так остро, как встречу с Катей. Но многие наши последующие встречи, разговоры, сюжеты из жизни лаборатории ярко живут в памяти. Отношение Вепринцева к науке, к природе, к окружающим людям было непривычно, предельно эмоционально. И эта эмоциональность увлекала, манила и притягивала меня, как необычайной силы магнит.

Здесь я очень кратко коснусь некоторых моментов той эпохи: от первых встреч — до последнего письма-обращения к человечеству, написанного в больнице, когда он был уже смертельно болен.

Комплекс приборов

Уже через несколько недель проживания в Пущино я понял, что СКБ — очень важное и нужное предприятие, потому что в этом конструкторском бюро разрабатывали и производили микроманипуляторы и комплекс оборудования для исследований на нейронах и других видах клеток.

В лаборатории было много этих приборов и, увидев их впервые, я, естественно, восхитился, но воспринимал это как



У гнезда исландского песочника. Таймыр. 1978 г.

Фото С.Э.Шноля

само собой разумеющееся: навивно думал, что так должна быть оборудована каждая электрофизиологическая лаборатория. Тогда я еще не знал, что большинство из этих приборов — реализация одной из ветвей многогранной деятельности Вепринцева.

Особенно впечатляющими были механические манипуляторы. Эти необычные, компактные скульптурки притягивали мое внимание, манили к себе, их хотелось погладить, рука сама тянулась покрутить красивые микрометрические ручки. Это была мечта экспериментатора! В лаборатории почти все пользовались этими микроманипуляторами, а у некоторых «зубров» их было даже несколько.

Я тоже получил возможность работать с этими замечательными «игрушками», однако несколько необычным образом.

Моей «научной мамой» была (и остается до сих пор) Катя

Вульфус. Одной из первых поставленных ею задач была техническая: создать установку для регистрации электрических сигналов от нервных клеток моллюска. Замечательных приборов производства СКБ для меня, как для новичка, пока не нашлось. Поэтому я начал собирать установку из «подручного материала», а для подведения микроэлектродов сконструировал какую-то «каракатицу» из отходов старого микроскопа и пластилина. Поздно вечером, в лаборатории уже почти никого не было, я изолировал кольцо ганглиев прудовика и закрепил его под бинокулярной лупой. Подвел с помощью моей «каракатицы» микроэлектрод к самому большому нейрону, прижался к нему, стараясь проткнуть мембрану. И вдруг, о чудо, луч осциллографа резко прыгнул вниз и на экране появились огромные потенциалы действия. Совершенно обезумевший от вол-

нения, я нежно смотрел на невероятно красивые сигналы, боясь шелохнуться. Это необходимо было кому-то показать. Оказалось, что в соседней, 212-й комнате сидит Игорь Крастс.

— Игорь! Пошли покажу работающий нейрон! Он такой красивый! Это — моя первая в жизни регистрация!

Мы подошли к установке. Луч на экране осциллографа красиво взлетал вверх, опускался далеко вниз и медленно возвращался к исходному уровню. Затем последовательность событий повторялась, и снова повторялась, и снова... Это было чудо!

— Игорь! Смотри, как он красиво работает. Это же потрясающе!..

Игорь молчал.

— Игорь, у тебя есть ацетилхолин или что-нибудь? Я хочу посмотреть, как он активизируется медиаторами!

Игорь молчал. И не просто молчал (он ведь почти всегда

молчит, это нормально), а молчал как-то хмуро. Вдруг он резко стукнул по камере-экрану установки. Луч осциллографа подпрыгнул вверх и замер, превратившись в ровную, мертвую, как натянутая веревка, линию...

— Сопли, — сказал Игорь и вышел из комнаты.

Я тупо смотрел на осциллограф. Душили обида и страшная печаль, как об умершем близком человеке. В комнату вошел Игорь. В руках его был новенький манипулятор производства СКБ.

— Держи, — сказал Игорь и молча вышел...

Я безмерно благодарен Игорю за этот и другие уроки: если уж делаешь что-то, то делай максимально надежно. Следовать этому принципу стремился и Вепринцев. От него я впервые услышал фразу: «Лучшее — враг хорошего»...

Находясь в первой в своей жизни электрофизиологической лаборатории, я наивно полагал, что именно так оборудованы все лаборатории мира. А уж у Б.Катца, Эккелса, А.Ходжкина или Э.Хаксли оборудование несомненно во много крат лучше!

Не сразу мне стало известно, что это Вепринцев стоит в основе идей, заложенных в эти манипуляторы, усилители, установки, «мотор» их производства — он. И только значительно позже я понял, в каких райских условиях мы находились в Пушине. В то время Вепринцев, вепринцевцы и СКБ намного опередили ведущие фирмы, специализирующиеся на разработке такого рода оборудования. Нынче эти фирмы ворочают многомиллионными капиталами, они значительно продвинулись вперед и мне приходится пользоваться сейчас их изделиями, а не манипуляторами производства СКБ.

Уроки счастья

С подаренным Игорем манипулятором получать экспериментальные результаты стало

легко и просто. Работа шла достаточно хорошо, хотя от Кати Вульфийус, да и от Вепринцева, я особых похвал в свой адрес не слышал. Как ни странно, о будущем я не думал. Была безумно интересная работа. Эксперименты почти всегда приводили меня в какое-то эйфорическое состояние влюбленности и счастья. Как-то наивно думалось, что такая райская жизнь будет всегда.

За несколько недель до окончания дипломной практики Катя или Борис Николаевич (точно не помню) меня спросили: «Петя, а что Вы будете делать после защиты диплома?». Ответ был спонтанным и естественным: «Я не думал об этом. Очень бы хотелось поступить в аспирантуру в Вашу лабораторию, но я понимаю, что это нереально».

«Почему — нереально? — изумленно услышал я в ответ. — Об этом можно подумать».

Короче, осенью 1969 г. я приехал в Пушино поступать в аспирантуру. Вепринцев пригласил меня к себе домой для обсуждения программы и, главное, чтобы дать учебники и монографии для подготовки к экзамену по специальности. Это был мой первый визит к нему домой, и я почему-то очень волновался.

Дверь открыл Борис Николаевич. Он был радостный, возбужденный, и какой-то невероятно счастливый.

— Оля! К нам Петя пришел! Иди знакомиться! — крикнул он куда-то вглубь квартиры.

Вышла очень красивая женщина. Она мне показалась невероятно доброй, надежной, уверенной, излучающей энергию и тепло.

— Это Оля, моя жена! — сказал Борис Николаевич, его голубые глаза сверкали в полумраке коридора.

Потом мы втроем сидели за небольшим столиком. Правой рукой Борис Николаевич перелистывал страницы книг и говорил, на какие главы и вопросы следует обратить особое внимание. Левая рука нежно, но креп-

ко лежала на руке Оли. Он держал ее как бесценную драгоценность и мне кажется, что на протяжении всего нашего разговора он ни на секунду не отпустил Олину руку.

Это было необычно и в то же время как-то очень естественно. Я никогда не видел такой открытой нежности, такой выплескивающейся радости. И было в этом еще что-то очень важное, глубинное. Казалось, что он страшно боится потерять ее. Вот он отпустит руку — и все — мираж счастья исчезнет, исчезнет навсегда.

В тот период я почти ничего не знал о судьбе Бориса Николаевича. Не знал о приговорах, о лагерях, не знал, почему его лицо вдруг краснеет, вспыхивает огнем, а линия губ приобретает напряженно-жесткие очертания. И уж совсем намного позже ко мне пришло понимание того, что такое боязнь отпустить руку безмерно любимого человека...

Идея пэтча

В конце 60-х — начале 70-х годов в лаборатории Вепринцева, как и во всем Институте биофизики, было много молодежи: студенты, аспиранты, начинающие научные сотрудники. Тридцатилетние Катя Вульфийус, Алик Кислов, Боря Санталов казались мне тогда пожилыми людьми, а примерно 40-летние Игорь Крафтс и Борис Вепринцев — так уж и вовсе стариками.

В аспирантуру я поступил в 1969 г. вместе с Мариной Костенко. Виталий Гелетюк поступил, кажется, на год раньше. Виталию, а затем и Марине предложили заниматься культурой ткани. Обсуждалась дерзкая идея получить в культуре нервной ткани моллуска модель двух нейронов, соединенных функциональным синапсом. Такая модель помогла бы выяснять, какие молекулы, выделяющиеся из пресинапса (а возможно, также из постсинапса), ини-

цируют и стабилизируют формирование функциональной синаптической единицы. Задача, которую поставил Марине Борис Николаевич, казалась нам тогда совершенно невыполнимой: получить изолированные живые нейроны с нативными свойствами*.

Долгое время Марина билась над этой задачей без особенного прогресса. Она перепробовала массу рецептов с использованием разных ферментов, но живые изолированные нейроны упорно не получались.

Однажды, то ли в состоянии отчаяния, то ли просто разозлившись, она шарахнула по покровному стеклышку, прикрывающему ганглию прудовика в чашке Петри, небольшой емкостью из лежащей неподалеку груды радиодеталей. Посмотрев на содеянное через бинокулярную лупу, Марина с удивлением обнаружила, что из ганглии вывалились нейроны, которые выглядят очень красиво и как будто бы живые. Она покрасила часть клеток «витальной» краской, а другие посадила в культуру. Оказалось, что они в самом деле живут! Это был момент, с которого в мире началась новая эра — эра изолированного нейрона.

Началась эта эра, правда, не сразу. Дело в том, что, получив свой замечательный результат, Марина никак не могла вспомнить, в каком растворе она обрабатывала ганглию,

* Это был один из общих принципов Вепринцева — ставить задачи, решение которых казалось за пределами очевидных возможностей. На практике это выглядело следующим образом: желающему заниматься биофизической наукой дается за пределами задачи и его оставляют на какое-то время. Выплывет — замечательно: потенциально пригоден. Нет — ну что же — есть много других путей для реализации себя. Это было простое распространение принципа естественного отбора на научную деятельность. Самым важным следствием из этого вепринцевского принципа было то, что «выплывший» исследователь, как правило, в будущем добивался значительных научных результатов. «Серости» отсеивались.

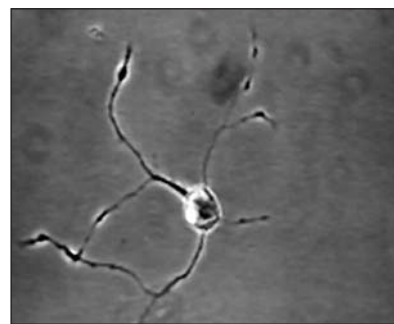
и в течение последующих нескольких дней не смогла воспроизвести эксперимент. И тогда Борис Николаевич сказал нам: «Ребята! Вы должны беречь Марину, как зеницу ока. Проводите ее на работу и с работы, следите за ней, не спускайте глаз. Не дай Бог, Марина попадет под машину или еще что-то случится непредвиденное. Тогда никто не узнает, как получить живой изолированный нейрон!»

Ко всеобщему облегчению и огромной радости, Марина вскоре нашла условия ферментативной обработки и таким образом получила возможность самостоятельно передвигаться по городу. Метод был также кардинально усовершенствован: для диссоциации нейронов вместо емкости стали использовать стеклянные, немного согнутые пипетки с оплавленными кончиками. Их, кажется, впервые сделал Виталий Гелетюк.

Вся лаборатория «заболела» изолированными нейронами. Мы наблюдали потенциалы действия, которые генерировала одна-единственная, выделенная из мозга клетка; апплицировали на эти нейроны различные нейромедиаторы, строили наполеоновские планы...

Появилась грандиозная идея получить перфузированный нейрон, т.е. создать условия для быстрой смены физиологического раствора с внутренней, цитоплазматической стороны мембраны. Это было бы не менее принципиальное достижение, чем перфузируемый аксон кальмара, модель, которую использовали Ходжкин и Хаксли в своих классических экспериментах (Нобелевская премия 1963 г.).

Алик Кислов начал делать специальную, довольно сложную, четырехячеечную камеру. Однажды вечером мы сидели в 212-й комнате. Зазвонил телефон, я взял трубку. Это был Борис Николаевич. Он в то время писал дома автореферат докторской диссертации, но был, естественно, в курсе всех дел ла-



Одиночный изолированный нейрон.

боратории. «Петя, — возбужденно звенел его голос, — не нужно делать камеру. Все можно сделать намного проще. Нужно взять микроэлектрод чуть большего диаметра, чем обычно, подплавить его кончик и прижаться к изолированному нейрону. Вы получите возможность регистрировать токи от этого участка клетки! Более того, подсосавшись, можно оторвать микропипеткой кусочек мембраны и цитоплазматическая часть будет снаружи. Это будет перфузируемая мембрана! Не нужно делать сложную камеру!». Я рассказал ребятам идею Вепринцева, но ее никто всерьез не воспринял...

Именно первую часть вепринцевской идеи (прижаться микропипеткой к поверхности мембраны) через пять лет реализовали Э.Нейр и Б.Закман для регистрации токов одиночных каналов (Нобелевская премия 1991 г.). А метод отведения от изолированного участка мембраны Нейр и коллеги опубликовали только в 1981 г., т.е. через 11 лет после того вепринцевского звонка.

А Борис Николаевич, выплеснув идею «пэтч-кламп регистрации», больше к ней и не возвращался. Его обуревали другие, более глобальные планы, которые он стремился если не реализовать, то, по крайней мере, внедрить в головы окружающих. Он разбрасывал идеи как необработанные драгоценные камни. Другие, кто хотел, могли бы их подбирать, обрабатывать, полиро-

вать и давать человечеству уже как бессмертные крупницы ЗНАНИЯ. Только очень жаль, что тогда мы это так мало понимали.

Уроки английского

В Институт биофизики приехал иностранный ученый, тогда это была очень большая редкость. Борис Николаевич показывал ему лабораторию, давая объяснения по-английски. Он делал это достаточно легко, как всегда очень эмоционально, но с каким-то уж очень «неанглийским» произношением. Даже мне, не особенно блиставшему знанием английского, это было заметно. Время от времени Борис Николаевич приостанавливался и начинал быстро проговаривать слово то по-русски, то по-немецки, ища соответствующий английский аналог. Эта сценка повторилась и в тот момент, когда они остановились около моей установки. Я случайно знал нужное слово и оно сорвалось с языка. Вепринцев мгновенно подхватил его и продолжил свой разговор с гостем.

В тот же день он подошел ко мне и сказал: «Какой у Вас замечательный английский, Петя!». Я прямо вспыхнул от радостного смущения и искренне ответил, что мой английский никудашный, просто случайно нужное ему слово оказалось мне знакомо.

— Не притворяйтесь, Петя, у вас очень хороший английский. А я учил этот язык в лагере, — сказал Борис Николаевич. — Там был человек, очень хорошо знающий английский язык, еврей, всегда ходил в шапочке. Мы перевозили камни в тележках: в одну тележку впрягаются два человека и везем. Я всегда старался впрягаться в паре с этим моим учителем. Пока везли тележку, он мне говорил английское слово или фразу, а я потом многократно повторял... — Лицо Бориса Николаевича покраснело и рот сжался в характерную линию.

А мои щеки тоже пылали, но уже не от радостного смущения, а от осознания того, в каких разных жизненных и психологических ситуациях нам давались уроки английского.

Ключевые элементы

Однажды я попросил Бориса Николаевича дать мне жизненно-научный совет на будущее: какие ключевые элементы нужны для того, чтобы организовать хорошую, эффективную научную лабораторию?

Он ответил примерно так: «Элементы и принципы организации могут быть очень разнообразными. Однако, мне кажется, что для экспериментальной лаборатории непременно нужны два ключевых человеческих компонента.

Первый — человек, генерирующий интересные идеи. Благодаря этому в лаборатории всегда будет благоприятная почва для плодотворной экспериментальной работы.

Второй — «сумасшедший трудяга»: человек, не вылезаящий из лаборатории, ставящий с огромным энтузиазмом разнообразные эксперименты. Без такого человека экспериментальная работа для многих сотрудников может превратиться в рутинную работу, как на заводе. Этого ни в коем случае нельзя допускать, т.к. атмосфера в лаборатории может стать серой, скучной и, не дай Бог, склочной. Мне кажется, Петя, что Вы вполне подходите на обе роли, но лучше в лаборатории иметь несколько человек с такими качествами».

Помня этот совет Бориса Николаевича, я всегда стремился иметь в лаборатории два ключевых вепринцевских компонента. Иногда приходилось и самому совмещать обе роли. Оказалось, это совсем несложно. Более того, время убедило меня, что именно в этом и проявляется реализация ученого-экспериментатора: генерировать идеи

и проверять их опытным путем, с любовью и энтузиазмом.

Вепринцев был прежде всего первым ключевым элементом редчайшего качества. Кроме того, что его идей хватило бы на много лабораторий, он умел заражать окружающих невероятным горением, и не только заражать, но и постоянно стимулировать, направлять их на реализацию своих проектов и программ.

Консервация генома

Одна из наиболее фундаментальных и плодотворных идей Вепринцева — концепция консервации генома, предложенная им с Н.Н.Ротт.

В 1978 г. благодаря рекомендации Вепринцева и ежегодным приглашениям Катца мне после пяти лет ожидания Академия наук наконец дала разрешение на 10-месячную стажировку в Департаменте биофизики Лондонского университетского колледжа. Возглавлял этот департамент Катц, автор той самой книги «Нерв, мышца и синапс» и многих классических работ по синаптической передаче, лауреат Нобелевской премии (1970), открывший, что нейромедиатор выделяется из пресинапса квантами, а кальций — ключевой ион, стимулирующий выделение нейромедиатора. Катц и Миледи первыми оценили амплитуду и длительность одиночных каналов...

Бернард Катц — легендарный человек. Он ушел из жизни в 92 года. За две недели до своей кончины прочитал последнюю лекцию студентам в Университетском колледже. Всегда был в курсе современных исследований по синаптической передаче. Более того, Берт Закманн, также лауреат Нобелевской премии, почти до последнего времени посылал Катцу свои основные рукописи на предварительный анализ.

Борис Николаевич тоже иногда просил Катца прорецензи-

ровать свои работы перед отправкой в редакцию. А тогда, в 1978 г., он прислал мне в Лондон программный текст по консервации генома с просьбой показать рукопись Катцу и Хаксли. Работу высоко оценили, а также несколько подкорректировали английское изложение. В 1979 г. статья появилась в «Nature».

Эта работа заложила основы огромного направления, охватывающего не только биологическую науку, но также политику, экономику, социологию. Несмотря на огромные усилия Вепринцева и Ротт, это направление в СССР «пробивалось» необычайно трудно. Увлеченный идеей консервации генома, Борис Николаевич стал меньше заботиться о других направлениях лаборатории: для него они были менее «эмоционально окрашены». Это были идеи, которые он уже прожил и законно считал, что дальнейшее их развитие может реализовываться и без его активного участия.

«Замороженный геном» — идея, важность которой трудно переоценить. На нашей планете существует несколько миллионов видов живых организмов. Каждый год, в огромной степени по вине человека, некоторые виды исчезают безвозвратно. Несмотря на единство общих принципов организации живых систем, каждый биологический вид — уникальное творение Природы. Информация, хранящаяся в молекулах ДНК и передаваемая из поколения в поколение, неповторима. Прервать цепочку поколений легко, а восстановить — невозможно.

Мы живем во время молекулярно-биологической революции. Сегодня уже расшифрованы полные геномы разных видов живых организмов — бактерий, растений, животных (включая человека). Кажется, пройдет некоторое время, и геномы всех видов организмов будут прочитаны. Но поскольку в мире существует несколько миллионов видов живых организмов, такая работа продлится многие-многие

годы. За это время могут исчезнуть тысячи видов. Инициированная Вепринцевым программа консервации генома позволяет предохранить утечку бесценной биологической информации и СОХРАНИТЬ «Книгу жизни».

Последний призыв

В начале 1990 г. из Пущино пришла тревожная вест: Вепринцев лежит в реанимации, в Москве, в «академичке».

К Борису Николаевичу меня не пустили. В больнице я встретил Олю Вепринцеву. Она рассказала, что Бориса Николаевича забрала скорая в канун Нового года: страшный, невыносимый приступ боли в животе. До этого, несмотря на часто приходящие боли, он не обращался к врачам: готовился к пленарному выступлению на Всемирном форуме по окружающей среде.

Борису Николаевичу сделали срочную операцию: удалили переполненный камнями желчный пузырь. Оказалось, что огромный камень забил проток, возникло воспаление, начался некроз, панкреатит. Состояние было очень тревожное и неясное.

На следующий день Оля звонила мне на работу с просьбой перевести на английский написанное Вепринцевым письмо-обращение к участникам форума. Текст поразил страстностью, ясностью и убежденной четкостью программы действий. Переведа обращение, я позвонил Оле.

— У нас будет к Вам еще одна просьба, — сказала она. — Борис Николаевич просил Вас зачитать письмо перед участниками форума.

Всемирный форум по защите окружающей среды проходил в Хаммеровском центре (это было примерно в середине января). Собралось несколько тысяч участников со всех уголков земного шара: принцы и принцессы, члены парламентов, общественные деятели, директора

фирм и институтов, академики, ученые, занимающиеся проблемами окружающей среды.

Пройти в Хаммеровский центр мне помогло переданное Олей приглашение. Но оставалась самая трудная задача: зачитать письмо перед собравшимися участниками. Я решил действовать на свой страх и риск. Мой план был простым: очередной докладчик заканчивает речь, я выхожу на сцену и зачитываю письмо.

Первое заседание только началось. На сцене был академик Велихов. Мне казалось, он говорил бесконечно долго, хотя доклад продолжался, видимо, не более 20 мин. Наконец Велихов закончил. Я вскочил и быстро пошел к сцене. В этот момент председатель объявил перерыв и пространство передо мной заполнилось людьми. Все, не успев... Во время перерыва я стал искать знакомые лица, кого-нибудь, кто мог бы помочь. Вдруг увидел академика Гольданского. Мы с ним не были знакомы, я узнал его благодаря телевизору, но почему-то бросился именно к нему.

Оказалось, Гольданский знает Бориса Николаевича. Выслушав мою историю, он сказал:

— Хорошо, что Вы подошли ко мне. Сейчас публика разделится на два основных зала. Я буду председательствовать в одном из них, и Вы зачитаете письмо Бориса Николаевича.

В зале было несколько сот участников форума. Вторым в списке докладчиков на этом заседании Гольданский поставил мое выступление. Письмо было зачитано, его обсуждали, по нему приняли решение. Об этом я написал короткое письмо Борису Николаевичу. Ни рассказать ему подробно эту историю, ни увидеть его мне больше не удалось. В реанимационную меня так и не пустили...

Полный текст последнего письма Вепринцева есть в книге С.Э.Шноля «Герои, злодеи, конформисты российской науки». Письмо заканчивается словами:



Со львенком в Берлинском зоопарке. 1987 г.

Фото из семейного архива

«Мы должны быть мудрыми и добрыми».

Мы стараемся, Борис Николаевич, мы стремимся, мы боремся, мы самосовершенствуемся, мы помним...

Сейчас, оглядываясь назад, я вижу, как мне везло на пересече-

ния и взаимодействия с неординарными, творческими людьми из разных областей науки и искусства. Эти люди за отведенное им время жизни успели сделать что-то значительное, новое, необычное, остающееся в крупинках знания, в душах, в сердцах,

в памяти человечества. Что общего в этих столь разных личностях? Им присущи редкие для человека качества: страстность, повышено эмоциональное восприятие мира. Вепринцев, пожалуй, самый яркий из них.

Зная несправедливости его судьбы: лагеря, запреты, отказы, зная его постоянную, часто кажущуюся безрезультатной борьбу, можно было бы рассуждать, что, мол, живи он в других условиях, в другую эпоху, насколько более значительное наследие он мог бы оставить. Возможно... Но в мире все устроено так, что каждому из нас дается именно **это** время, именно **эта** «окружающая среда». Мы не можем изменять исходные предпосылки, но зато остальное зависит от нас, от наших усилий.

Личность реализуется в тех условиях, которые ей предоставлены судьбой. Разным людям это удается в разной степени. Вепринцев сделал это блестяще.

Для меня Борис Николаевич всегда Учитель. Учитель — в ряду очень немногих людей: Вульфус, Вепринцев, Катц, Миледи, Ашер. Порядок здесь чисто исторический. Каждый мне бесконечно дорог, необычайно важен. Каждый дал (и даст) очень много для внутреннего развития, для работы, направленной на добывание ЗНАНИЯ. С каждым из них я внутренне обсуждаю свои планы. Через призму их возможных оценок просеиваю основные шаги не только в науке, но и в жизни.

На протяжении многих лет над моим рабочим столом висит портрет Вепринцева со львенком на коленях. Он обязывает, он учит, он помогает...

Париж—Марсель,
2003—2008 гг.

Такие разные мыши

Н.Н.Богданов,

кандидат медицинских наук

Московский институт открытого образования

Как справедливо отмечено в статье о Нобелевской премии по физиологии или медицине (Природа. 2008. №1. С.78–83), мышки — «незаменимая модель в многочисленных экспериментах, помогающих искать реальные подходы к разработке новых лекарств против множества заболеваний», и не только. Здесь речь пойдет о инбредных (от англ. inbreeding — близкородственное разведение) животных, которых получают благодаря длительному братско-сестринскому скрещиванию в лабораторных условиях. Их ценность определяется необыкновенной близостью генетических и фенотипических черт. В определенном смысле они похожи друг на друга как монозиготные близнецы. Конечно, говорить о полной идентичности фенотипа здесь не приходится (так ведь и монозиготные близнецы имеют какие-то отличия), однако разброс признаков внутри одной линии всегда гораздо меньше межлинейных различий. А вот многообразие черт отдельных линий поистине фантастично.

Идею выведения линейных животных обычно связывают с именем знаменитого датского генетика В.Л.Иогансена. Хотя первые практические шаги в этом направлении сделал позже американский генетик К.К.Литтл, который в 1910-х годов вывел пару мышей с ослабленной коричневой окраской. Литтл полагал, что этот признак определяется всего лишь тремя рецессивными генами, и обозначил их буквами латинского алфавита. Отсюда и пош-

ло название линии мышей DBA — старейшей среди ныне существующих.

Большинство «чистых линий» выведено онкологами для собственных нужд. Понятно, что отбор здесь должен был идти прежде всего на повышенную частоту возникновения тех или иных опухолей. Использование таких животных значительно облегчило изучение механизмов возникновения онкологических заболеваний и разработку противоопухолевых средств. Однако в процесс отбора оказались вовлеченными практически все особенности организма. В результате возникли линии, различающиеся не только по окраске (здесь имеется целый букет от коричневого и черного до серого и белого), форме скелета, составу крови, обмену веществ и т.д., но и по поведению.

Сейчас существует уже несколько сотен линий мышей, хотя хорошо изучены среди них всего лишь два-три десятка. Названия линий обычно составлены из букв латинского алфавита и в переводе на русский язык никакого значения не имеют. Впрочем, некоторые несут в себе память о своих создателях, как например, у линии BALB — одной из самых известных, где зашифровано имя американского зоолога Х.Багга и белая окраска самих животных.

Интересно, что большинство линий имеется у мышей. Дело в том, что крыса — другой классический объект биомедицинских исследований — слишком изменчива. Именно благодаря этому она и процветает на Земле как биологический вид. Генотип этих животных можно

сравнить с колодецем, на дне которого не переставая бьет источник. Сколько ни черпай воду из такого колодца — все равно не вычерпашь. А вот у мышей уже после 20 поколений братско-сестринского скрещивания отдельные особи теряют генетические различия. В результате даже кожа, пересаженная от одного зверька другому, приживается. Именно после того как такая процедура удастся, линия животных считается выведенной.

Сегодня одной из самых изученных можно считать линию мышей C57Black/6, происходящую от черных однопометных мышей колонии Ласроп. Шерсть у них не просто редкого черного окраса, но и самая густая среди сородичей. Это оказывается далеко не лишним, поскольку у зверьков весьма низкая температура тела. Видимо, потому, что метаболические процессы в их организме весьма замедленны. Не исключено, что с этим обстоятельством связана и высокая устойчивость к гипоксии [1].

Многолетние наблюдения зарубежных и отечественных исследователей показывают, что мыши линии C57Black/6 весьма устойчивы к стрессовым воздействиям. Известно, например, что большинство мелких грызунов (как ночные и темнотлюбивые создания), попав в ярко освещенное пространство, пугается и стремится как можно быстрее покинуть его, юркнув в какую-нибудь норку. А мыши C57Black/6 будут спокойно обнюхивать новое для них место. Такое «олимпийское спокойствие» проявляется и в других, еще более не-



К.К.Литтл — организатор знаменитой Джексонской лаборатории, многие годы снабжающей исследователей из самых разных стран различными линиями мышей.

приятных ситуациях: при имобилизационном стрессе, когда животное подвешивают за хвост, привязывают за лапки или помещают в тесные сетчатые пеналы. У большинства зверьков других линий при стрессе слизистая желудка быстро покрывается язвами, но только не у мышей линии C57Black/6. Испытывая жажду, они напьются из поилки, даже если к ней подключен электрический ток [2]. Впрочем, обратной стороной такой непробиваемости оказывается плохая обучаемость, особенно там, где наказывают за неправильные ответы. А еще эти мыши любят подраться между собой. Особенно самцы, когда устанавли-



вают свою иерархию. И что совсем уж не красит мышей линии C57Black/6, так это тяга к алкоголю [3]. Странно, ведь мы привыкли к мысли, что подобное влечение характерно для «тонких», ранимых натур! Впрочем, не будем торопиться с выводами.

Своеобразными антиподами черных мышей служат белые мыши линии BALB/c. Они чрезвычайно эмоциональны и необыкновенно ранимы: оказавшись на ярко освещенной площадке, в ужасе замирают (это называется реакцией «freezing»), получив слабый щелчок током по носу, к поилке уже не подойдут, даже если будут изнемогать от жажды. Но зато обучаются они хорошо, и головной мозг у них тяжелее и больше, чем у черных мышей. Самцы линии BALB/c не драчливы и, кроме того, избегают любых доз алкоголя.

Этологи из Института цитологии и генетики РАН (Новосибирск) разработали интересную модель для анализа поведения животных — метод «мышиних иерархий» [4]. Известно, что в мышинной семье существует весьма строгое распределение ролей: доминирующий самец, несколько ограниченные в своих «правах» субдоминанты и т.д., до самых низов социальной лестницы, где обретаются самые бесправные. Возникает вопрос: случайно ли место, которое займет какая-нибудь особь в этой иерархии, или чтобы стать доминантой, нужно обладать какими-то природными задатками и качествами, имеющими наследственное предопределение? Ответ на него и дает указанный



Черные мыши линии C57Black/6 и белые мыши BALB/c.

метод, когда мышонка одной линии подсаживают к мышатам другой. Оказывается, черный мышенок линии C57Black/6, подсаженный к белым мышатам линии BALB/c, **всегда** становится доминантным. Значит, умными, деликатными, ранимыми мышами BALB/c всегда управляет непробиваемый, агрессивный, «пьющий» и отнюдь не хватающий обучение «на лету» представитель линии C57Black/6. Но снова предостережем читателя от скоропалительных выводов.

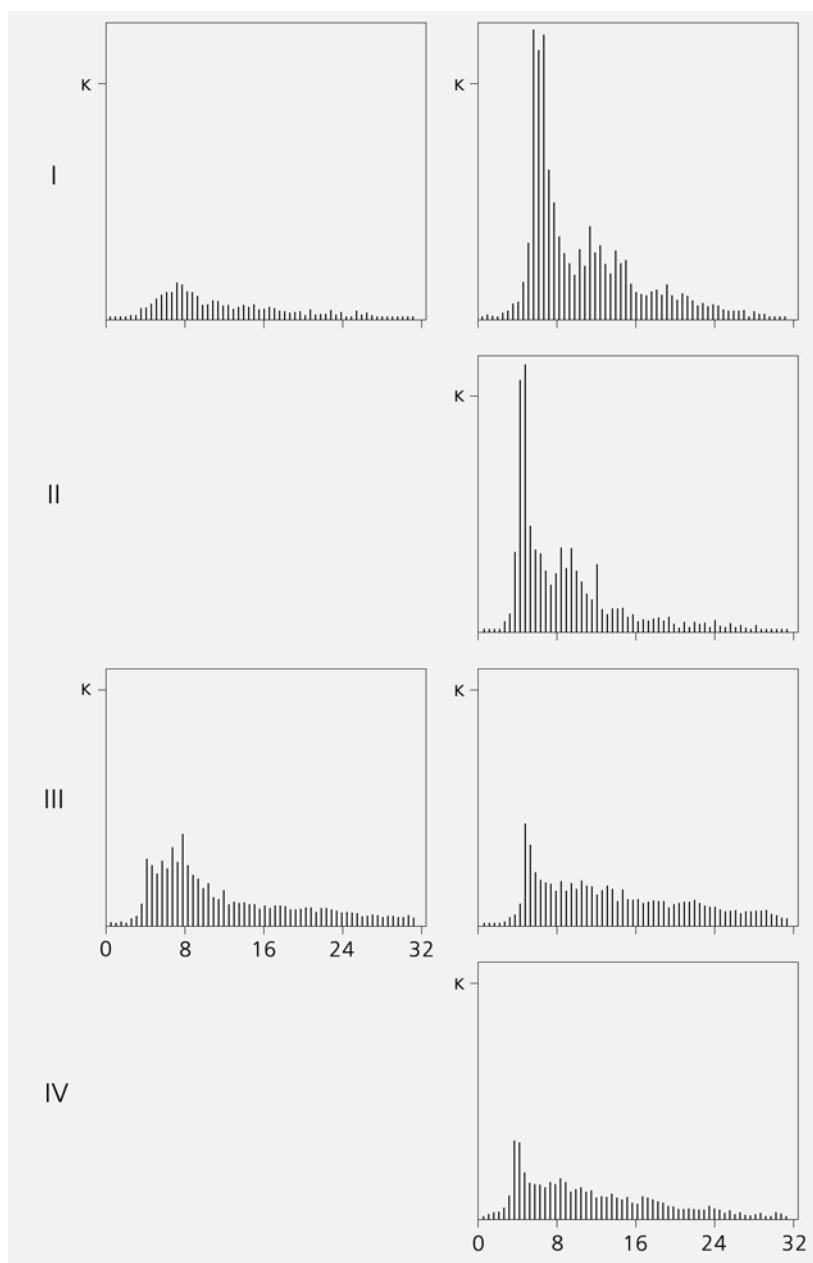
Прежде всего разберемся с пьянством. Почему вообще черные мыши потребляют алкоголь? Похоже, главным образом для того, чтобы... согреться. В свое время было показано, что электрическая активность мозга зверьков линии C57Black/6 такова, как если бы они уже находились под действием сильных успокаивающих препаратов или алкоголя в приличной дозе [2]. Видимо, именно по этой причине ни алкоголь, ни транквилизаторы не оказывают на них своего успокаивающего действия. Скорее даже наоборот. А теперь вспомним о низкой температуре тела этих животных. Получается, что алкоголь просто восполняет их энергетические затраты.

Стоит сказать несколько слов и о лидерстве. Возможно, белые мыши уступают его потому, что более других способны к компромиссу. Ведь это одна из эффективных защитных реакций. Долго ли «процарствует» у них агрессивный черный самец? Оказывается, нет! Как говорится, здоровье «не то». Прежде всего, не выдерживает сердце.

Упомянутые в начале статьи мыши линии DBA чрезвычайно подвержены судорогам. В определенный возрастной период резкий звуковой сигнал (мощностью свыше 90 дБ) с близкого расстояния может спровоцировать у них большой судорожный припадок. Чувствительны они и к химическим конвульсантам, возможно, потому, что их мозг очень мал. Легко вызвать судоро-

роги и у мышей линии BALB/c, что связано уже с высоким уровнем возбуждения в их нервной системе. Его не компенсируют даже большая масса мозга и часто наблюдающееся у этих животных недоразвитие мозолистого тела — гигантского «телеграфа» мозга, соединяющего его большие полушария [5]. Известно, что еще до Второй мировой войны знаменитый хирург В. ван Вагенен успешно лечил эпилепсию у людей рассечением мозолистого тела. Позднее именно на его пациентах сделал свои замечательные наблюдения над функциями полушарий большого мозга Нобелевский лауреат Р.Сперри.

Совершенно поразительна реакция на успокаивающие вещества у мышей линии 101/H — после введения нембутала в стандартной дозе животное буквально вытягивается в струну, как будто его сразил столбняк. Столкнувшись с этим явлением, исследователи из Института медицинского генетики РАМН даже решили, что речь здесь идет о судорогах [6]. Однако электрофизиологические эксперименты показали, что такая реакция объясняется полным выключением больших полушарий мозга (собственные неопубликованные данные). Таким образом, реакция скорее напоминает так называемую децеребрационную ригидность, возникающую после перерезки ствола мозга ниже красного ядра и вышележащих двигательных центров. А вот у мышей линии C57Black/6 вызвать судороги чрезвычайно трудно. Их «непробиваемость» проявляется и тут. Какие еще находки ожидают нас в этой области? ■



Спектры мощности электроэнцефалограммы у некоторых грызунов в норме и под воздействием психотропных агентов. I — спектры сенсомоторной коры белой крысы до (слева) и через 15 мин после введения коразола; II — аналогичный спектр у интактной мыши линии BALB/c; III — у мышей той же линии до (слева) и через 15 мин после введения диазепамы; IV — у интактной мыши линии C57 Black/6 [3].

Литература

1. Богданов Н.Н., Солдатов П.Э. // Бюл. эксперим. биол. и мед. 1999. №11. С.511—513.
2. Богданов Н.Н., Егоров Д.Ю. // Доклады Академии наук. 1992. Т.324. №5. С.1111—1116.
3. McClearn, G.E. Rogers, D.A. // Quant. J. Stud. Alc. 1959. V.20. P.691—695.
4. Серова Л.И., Козлова О.Н., Науменко Е.В. // Журнал высшей нервной деятельности им.И.П.Павлова. 1991. №1. С.79—84.
5. Wainwright P., Stefenscu R. // Exp. Neurol. 1983. V.81. №3. P.694—702.
6. Полетаева И.И., Лилья И.Г., Бизикова Ф.З., Иванов В.И. // Онтогенез. 1996. Т.23. №3. С.222—231.

Новости науки

Астрофизика

Планеты в планетарных туманностях

На протяжении столетий планетарные туманности являют собой пример терминологической путаницы. Они были названы планетарными в XVIII в. за внешнее сходство с планетами (чтобы отличить их от туманностей других видов). Лишь в середине XIX в. астрономы осознали, что на самом деле планетарные туманности — это не планеты, а очень удаленные от Земли газово-пылевые облака. Однако история развивается по спирали, и вот в начале XXI в. выяснилось, что некоторая, хотя и не прямая, связь между планетами и планетарными туманностями все-таки возможна.

Считается, что планетарные туманности представляют собой сброшенные оболочки умирающих звезд с промежуточными массами (они подобны Солнцу или несколько более массивны). По мере исчерпания запасов термоядерного «топлива» ядро звезды сжимается, а внешние слои атмосферы разлетаются в окружающее пространство. Планетарная туманность — это и есть разлетающееся вещество, подсвеченное горячим оголившимся ядром. Время жизни планетарной туманности невелико, вероятно, не более 100 тыс. лет, поэтому на сотни миллиардов звезд в нашей Галактике приходится всего около полутора тысяч планетарных туманностей.

Наблюдения этих объектов показывают, что лишь в одном случае из пяти сброшенная оболочка звезды сохраняет правильную сферическую форму. Примерно 80% туманностей в процессе эволюции по каким-то причинам

приобретают куда более замысловатые очертания. В качестве объяснения формы оболочек предлагались магнитные поля, пылевые диски, наличие невидимого спутника. Группа американских астрономов под руководством Э. Блэкумена (E.Blackman; Рочестерский университет) отдала предпочтение последнему варианту, получив доказательства того, что не только звезда-компаньон, но даже и массивная планета способна своим тяготением нарушить сферичность расширяющейся оболочки.

Ученые рассмотрели спутник на сильно вытянутой орбите, взаимодействующий с оболочкой лишь вблизи перигентра. В этом случае во время периодических сближений тяготение спутника начинает постепенно вытягивать из туманности часть вещества, которое закручивается вокруг нее в виде двух спиральных ветвей. Расчеты показывают, что эти спиральные ветви через какое-то время сливаются в тор, опоясывающий туманность и не дающий ей расширяться в плоскости орбиты спутника.

Тяготение спутника не только оказывает на туманность организующее воздействие, но и меняет структуру пылевых частиц. Взаимодействие спиральных ветвей с остальной оболочкой приводит к появлению ударных волн, которые сильно нагревают вещество ветвей. Когда температура повышается примерно до 1000 К, пылинки, входящие в состав оболочки, плавятся, а затем в процессе остывания кристаллизуются. По мнению авторов, эта модель вполне согласуется с реальными наблюдениями кристаллических пылинок в окрестностях умирающих звезд.

Ранее выполненные этой группой расчеты показывают, что пла-

неты способны повышать эффективность и других механизмов нарушения сферичности планетарных туманностей. Если вторичный компонент обращается очень близко к главной звезде, он может раскрутить вещество оболочки, и тогда вокруг звезды появляется дифференциально вращающийся диск, который, вкуче с конвективными течениями в оболочке, приводит к усилению магнитного поля звезды. Взаимодействие магнитного поля с плазмой оболочки, естественно, тоже весьма способствует нарушению симметричности разлета.

<http://www.rochester.edu/news/show.php?id=3123>

Астрофизика

Гамма-всплеск, на который стоило посмотреть

Да-да, именно посмотреть, ибо впервые в истории наблюдения этих явлений послесвечение гамма-всплеска достигло уровня видимости невооруженным глазом. Конечно, только далеко от городской засветки и только при наличии острого зрения, но у землян на короткое время все-таки появилась возможность своими глазами взглянуть на объект, удаленный от нас на 7.5 млрд св. лет!

Мощный импульс гамма-излучения GRB 080319B в созвездии Волопаса был зафиксирован 19 марта 2008 г. с помощью космического телескопа «Swift» (NASA)¹. Его координаты были переданы на другие космические и наземные инструменты, которые буквально через несколько секунд после регистрации стали наблюдать после-

¹ http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2008/brightest_grb.html

свечение. Вот тут-то и выяснилось, что речь идет о рекордном объекте — в максимуме блеска оптическое послесвечение достигло звездной величины 5.4–5.6^m! Это примерно в полтора раза ярче самых тусклых звезд, доступных для визуальных наблюдений. Кстати, активное участие в наблюдениях этого всплеска приняли российские ученые; в частности, послесвечение было зафиксировано широкоугольной камерой TORTORA, установленной на 60-сантиметровом телескопе REM (Европейская южная обсерватория, Чили), в группу которой входят С.В.Карпов и его коллеги из Специальной астрофизической обсерватории РАН.

Вечером того же дня на телескопах VLT (Чили) и «Hobby-Eberly» (США) было определено красное смещение всплеска — примерно 0.94. В стандартной космологической модели оно соответствует расстоянию 7.5 млрд св. лет, вполне обычному для гамма-всплесков. Но в сочетании с невероятной яркостью это расстояние говорит о том, что всплеск GRB 080319B был действительно экстраординарным событием — самым ярким объектом, когда-либо наблюдавшимся землянами, его светимость в 2.5 млн раз превзошла светимость ярчайшей из известных сверхновых.

Считается, что гамма-всплеск сопровождается взрывом сверхновой на массивной звезде, существование которой заканчивается рождением нейтронной звезды или черной дыры. В процессе взрыва образуются два узких релятивистских джета, которые ударяют в окружающую звезду вещество и разогревают его до чудовищных температур. Именно это вещество и служит источником послесвечения. С чем связана особенная яркость GRB 080319B, сказать невозможно. Пока среди ученых нет единого мнения о том, какую роль в энергетике вспышки могут играть масса звезды, скорость ее вращения или магнитное поле.

Помимо ярчайшего всплеска GRB 080319B в тот же день было зафиксировано еще три подобных события. Четыре всплеска за сут-

ки — это тоже своеобразный рекорд, пришедшийся на печальную дату: «Вселенная словно отдала последние почести умершему в этот день знаменитому писателю-фантасту Артуру Кларку», — заметил Дж.Ракузин (J.Racusin; Университет штата Пенсильвания, США), один из руководителей научной команды «Swift».

© Вибе Д.З.,

доктор физико-математических наук
Москва

Астрофизика

Позитроны предпочитают одну половину Галактики

Новое исследование гамма-излучения, вызванного аннигиляцией позитронов в нашей Галактике, выявило его неравномерное распределение по галактическому диску. Единственные известные источники с подобной асимметрией — это рентгеновские двойные системы малой массы, излучающие рентгеновские лучи высокой энергии; можно предположить, следовательно, что именно они и служат основными источниками позитронов в диске Галактики.

За пять лет работы на орбите прибор SPI (спектрометр на спутнике «Integral» Европейского космического агентства) собрал множество данных относительно центральной области Галактики, выявив с более высоким, чем прежде, разрешением пространственное распределение линии излучения 511 кэВ. Эта линия испускается при аннигиляции электрон-позитронных пар, которая порождает пару фотонов гамма-излучения с энергией 511 кэВ, соответствующей массе покоя электрона. Согласно предыдущим исследованиям, излучение с энергией 511 кэВ распределено в целом радиально симметрично вокруг центра Галактики с утолщением, соответствующим центральному утолщению диска — балджу. Это простое и гладкое распределение привело к представлению о том, что позитроны могут порождаться аннигиляцией легких частиц темной ма-

терии. Однако последующие исследования показали, что допустимый диапазон масс этих неуловимых частиц крайне ограничен.

Новая карта аннигиляции позитронов, построенная Ж.Уэйденой (G.Weidenspointner; Центр изучения космических лучей в Тулузе, Франция) и его коллегами, согласуется с ранее полученными результатами, но при этом показывает дополнительный асимметричный компонент галактического диска. Как ни странно, излучение, приходящее с одной стороны Галактики, в 1.8 раз сильнее, чем приходящее с другой, при уровне значимости 3.8 σ . Этот эффект становится сильнее в 2.2 раза, если принять во внимание тот факт, что около 30% наблюдаемого излучения можно приписать позитронам, порождаемым распадом радиоактивного изотопа алюминия (²⁶Al), который, по наблюдательным данным, распределен примерно симметрично в данной области Галактики. Различие в суммарной длительности наблюдения прибором двух сторон Галактики, составляющее ~10%, не может привести к асимметрии; ее нельзя также объяснить вариациями инструментального фона или присутствием галактического звездного бара, который ориентирован таким образом, что может дать лишь асимметрию противоположного знака.

Такое специфическое распределение позитронов в Галактике — важный ключ к пониманию их происхождения. Лишь одна известная популяция источников, асимметрия которой совпадает с наблюдаемым распределением гамма-квантов, имеющих энергию 511 кэВ, — это рентгеновские двойные системы малой массы, испускающие фотоны с энергией более 20 кэВ. Все эти системы, состоящие из маломассивной звезды типа Солнца и нейтронной звезды или черной дыры, уже рассматривались как возможные источники позитронов, порождаемых фотон-фотонным взаимодействием в плазменном аккреционном диске, окружающем компактный объект.

В предположении, что рентгеновские двойные системы — это источники фотонов с энергией 511 кэВ в галактическом диске, Уэйдспойнтнер с соавторами показали, что эти источники должны также давать половину наблюдаемого излучения с данной энергией в балдже Галактики. Сверхновые типа Ia и сверхмассивная черная дыра в центре Галактики могут объяснить происхождение второй половины такого излучения, а это позволяет обойтись без экзотического сценария аннигиляции темного вещества.

CERN Courier. 2008. V.48. №2. P.12 (Международный журнал); Nature. 2008. V.451. P.159 (Великобритания).

Физика

Новый мезон, открытый коллаборацией «Belle»

Коллаборация «Belle» на японском ускорителе КЕК недавно объявила об открытии экзотической новой частицы с ненулевым электрическим зарядом. Эта частица, которую исследователи назвали $Z(4430)$, не вписывается в обычную схему строения мезонов.

Частица $Z(4430)$ была обнаружена среди продуктов распада B -мезонов (содержащих b -кварк), которые вырабатываются в больших количествах на установке КЕКВ — фабрике B -мезонов японского ускорителя КЕК. Изучая все возможные распады B -мезонов в выборке данных, содержащих почти 660 млн пар B - и анти- B -мезонов, группа «Belle» выявила 120 B -мезонов, распавшихся на $Z(4430)$ и K -мезон. Затем $Z(4430)$ мгновенно распалась на Ψ' и π -мезон. Исследователи обнаружили, что новая частица обладает отрицательным электрическим зарядом и массой около 4.7 массы протона.

За несколько последних лет и на ускорителе КЕК (коллаборация «Belle»), и на ускорителе SLAC (Stanford Linear Accelerator Center; коллаборация «BaBar») обнаружен ряд необычных новых частиц, таких как $X(3872)$, $Y(4260)$ и $Y(3940)$: у всех массы превыша-

ют массу протона в 4–4.5 раза и все распадаются на частицы J/Ψ или Ψ' и π -мезоны. Простейшим объяснением природы этих частиц было бы признать их примерами чармония, т.е. семейства связанных состояний очарованного кварка (c) и его антикварка (\bar{c}), которое включает J/Ψ и Ψ' . Однако их массы и характеристики распада не соответствуют теоретическим прогнозам для чармония, так что теоретики предложили иные объяснения. Одно из них состоит в том, что некоторые новые частицы представляют собой мультикварковые состояния, которые наряду с (c) и (\bar{c}) содержат еще одну пару из более легкого кварка и антикварка, скажем, верхний (u) и его антикварк (\bar{u}) или нижний кварк (d) и его антикварк (\bar{d}). Однако поскольку ранее обнаруженные частицы были электрически нейтральными, невозможно с помощью эксперимента полностью исключить, что они являются необычными состояниями чармония.

Однако новая частица $Z(4430)$ обладает электрическим зарядом, что четко отличает ее от чармония. Значит, можно предположить, что она действительно является мультикварковым состоянием, содержащим наряду с (c) и (\bar{c}) некий кварк и другой антикварк, например $cu\bar{c}\bar{d}$.

CERN Courier. 2008. V.48. №2. P.7 (Международный журнал).

Физика

Дробный спин

Единого подхода к рассмотрению многочастичных систем с сильным взаимодействием пока нет, есть лишь гипотеза, что низкоэнергетические возбуждения в этих системах ведут себя как слабозадействующие квазичастицы, которые могут иметь дробный заряд (например, в случае дробного квантового эффекта Холла).

И вот недавно ученые из Калифорнийского университета (Санта-Барбара, США) высказали предположение о существовании дроб-

ного спина¹ и показали, что теоретически подобные возбуждения в двумерных антиферромагнетиках могут возникать.

В дальнейшем эта работа может открыть подход к построению теории высокотемпературных сверхпроводников, основанной на развитии идеи Андерсона о тесной связи спиновой жидкости с высокотемпературной сверхпроводимостью.

<http://perst.issp.ras.ru> (2007. Т.14. Вып.21).

Экология

Спутниковый мониторинг — к Олимпиаде-2014

В соответствии с поручением правительства Российской Федерации коллектив авторов — А.В.Бедрицкий (Роскомгидромет), В.В.Асмус (Научно-исследовательский центр космической метеорологии), В.А.Кровотынцев (Институт космических исследований РАН) и О.Ю.Лаврова (Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН) — обобщили результаты наблюдений за экологическим состоянием российского сектора Черного и Азовского морей, проводившихся со спутников в 2003—2007 гг.

Актуальность таких исследований обусловлена (помимо приближения Олимпиады) важностью Азово-Черноморского региона, его обособленностью и, следовательно, слабым водообменом с Мировым океаном, из-за чего загрязняющие вещества отсюда практически не выносятся. Неблагоприятная экологическая ситуация усугубляется еще рядом факторов: ограниченностью водообмена по вертикали из-за сероводородного слоя, расположенного ниже 200 м; развитием нефтегазоносного комплекса; транспортной напряженностью и судовыми загрязняющими сбросами; речным стоком, несущим бытовые отходы, особенно летом, когда население побережья увеличивается в 10 раз.

¹ Kobno M. et al. // Nature Physics. 2007. V.3. P.790—795; McKenzie R.H. // Ibidem. P.756—758.

Спутниковый мониторинг осуществлялся на основе программного комплекса усвоения космической информации в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах. Технологические разработки позволили привязывать спутниковые изображения к географическим координатам, строить карты распределения гидрометеорологических и экологических показателей. Проанализировано 5500 изображений, выпущено 14 видов информации. Все процедуры выполнялись в автоматизированном режиме. Осреднения производились в различных временных масштабах: за трое суток, за декаду, за месяц и за весь период измерений.

Благодаря проведенным исследованиям выявлены типы гидрометеорологических ситуаций и определено их влияние на экологическую обстановку. Установлено положение основного прибрежного черноморского течения и оценены его колебания. Главное его свойство — неустойчивость, особенно летом: течение может проходить на расстоянии 5—7 миль от берега, но иногда удаляется на 50—60 миль. В зависимости от положения течения выявлено три типа распределения загрязняющих веществ: 1) при распространении течения вдоль берега загрязнения накапливаются и с различными скоростями переносятся в прибрежном районе; 2) течение под влиянием ветра и вследствие своей неустойчивости удалено от берега — загрязнения следуют за потоком, образуя вихри и ответвления; 3) при достаточно продолжительных периодах слабых ветров и штилей перенос примесей не происходит и загрязнения остаются в стационарном состоянии.

Спутниковый мониторинг позволил обнаружить в российском секторе Черного и Азовского морей ранее неизвестную мелкомасштабную циркуляцию и оценить ее вклад в общую динамику вод. Оказалось, что этот вклад соизмерим с влиянием основного черноморского течения и с воздействием вихревых (циклонических и антициклонических) образований.

Отдельно исследовалось экологическое состояние Азово-Черноморского региона при экстремальных гидрометеорологических явлениях, к которым относятся особенно опасная новороссийская бора, обильные ливневые дожди летом, стонно-нагонные колебания моря в осенне-зимние сезоны. Установлено заметное возрастание биогенного загрязнения (от цветения водорослей) в конце весны и начале осени. На судоходных трассах, преимущественно от Новороссийского порта, обнаружены увеличенные разливы нефти и образование нефтяных пленок площадью 20—30 км². Бытовое антропогенное загрязнение многократно возрастает во время летних ливней.

В Азовском море наиболее загрязнен Таганрогский залив. Самые чистые воды — в южной и юго-восточной частях Азовского моря, куда через Керченский пролив поступают относительно чистые воды Черного моря.

Метеорология и гидрология. 2007. №11. С.5—13 (Россия).

Морская биология

Где кормятся атлантические кожистые черепахи?

Пляжи Французской Гвианы — основное место размножения морских кожистых черепах (*Dermochelys coriacea*), которые, несмотря на статус охраняемого вида, терпят ущерб от антропогенного воздействия: они проглатывают обрывки пластика, попадают в рыболовные сети, становятся добычей браконьеров, разрушаются участки их гнездования.

Самки черепах возвращаются на один и тот же пляж раз в два-три года, чтобы отложить яйца, а где они оказываются в промежутках между этими событиями, остается загадкой. Иногда их замечают вдали от побережья в Северной Атлантике; отдельные особи в поисках любимой пищи (в основном медуз) отправляются в очень высокие широты, в канадские воды.

С помощью радиомаяков системы «Аргос» было установлено,

что некоторые самки мигрируют в двух главных направлениях: на север, как и ожидалось, но также и к Африканскому побережью, к востоку от Французской Гвианы. Группа французских и бельгийских ученых (Университет Париж-Юг и Лаборатория океанологии Льежского университета) изучала вопрос, служат ли эти два места разными районами кормежки или же африканское направление — просто промежуточная остановка на пути к Крайнему Северу? В частности, они определяли соотношение легких и тяжелых изотопов углерода и азота в крови и яйцах этих черепах, так как изотопные соотношения — важные маркеры пищевого рациона; они могут показывать, чем питались животные в течение последних дней, недель или месяцев (в зависимости от того, какие ткани изучаются).

Эти анализы стали завершающим этапом долгой и кропотливой работы, выполненной французской группой в Гвиане. Исследователи отыскивали черепах, идентифицировали их по электронным чипам (одни из самок откладывали яйца на том же пляже два года назад, другие — три года назад), делали пробы крови и яиц. Анализ проб показал: изотопные соотношения по углероду и азоту различны для двух указанных групп. Они говорят как о различиях в питании черепах перед откладкой яиц, так и (особенно соотношения по углероду) о разных условиях кормежки: одна группа ищет корм в высоких широтах Северной Атлантики, другая — в низкоширотных североатлантических водах у Африканского и Иберийского побережий.

Хотя существование двух отдельных районов кормежки требует подтверждения исследованиями, разнесенными по времени на несколько лет, уже сделанные наблюдения весьма значимы для планирования мер по охране этого вида. Если один из районов пострадает от чрезмерного рыболовства, загрязнения, судоходства и прочих причин, то последствия для выживания черепах окажутся очень серьезными.

<http://www.plosone.org>

Методы изотопного датирования

В последнее время появились новые методы, позволяющие воссоздать детальную хронологию событий квартала (четвертичного периода). М.М.Певзнер (Геологический институт РАН) дает краткий обзор существующих методов изотопной хронологии.

Изотопное датирование основано на использовании радиоактивного распада химических элементов. Поскольку распад происходит с постоянной скоростью и не зависит от внешних факторов, изотопная геохронология имеет неоспоримое преимущество по сравнению с другими методами датирования.

Калий-аргоновый метод — это собственно K-Ar ($^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$), аргон-аргоновый ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) и лазерный аргон-аргоновый. Их применение ограничено вулканическими породами и минералами. Верхний возрастной предел по K-Ar — 300—500 тыс. лет; $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ метод позволяет датировать и существенно более молодые породы, но ошибка измерения, скажем для голоценовых пород, может превышать 1000 лет.

Уран-гелиевый (U-He) метод охватывает интервал от 10 тыс. до 100 млн лет; его точность зависит от содержания урана в исследуемом объекте, более уверенные результаты дает использование кораллов, моллюсков, а также костей, базальтов, рудных минералов.

Торий-урановый ($^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$) метод применим к очень широкому спектру образцов: это морские и пресноводные карбонаты, кости, зубы, торф, вулканиты. Точность определения снижается при уменьшении содержания урана и увеличении возраста образца. Пределы датирования — от нескольких тысяч до 350 тыс. при α -спектрометрии и от 10 тыс. до 550 тыс. при термоионизационном масс-спектрометрическом датировании (TIMS).

Протактиний — геохимический аналог тория, поэтому метод

$^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ близок к уран-ториевому и служит его дополнением. При их комбинации используется метод $^{231}\text{Pa}/^{230}\text{Th}$. Интервал датирования — от нескольких до 150 тыс. лет и до 250 тыс. лет при TIMS.

Урановые тренды ($^{238}\text{U} - ^{234}\text{U} - ^{230}\text{Th}$) используются для датирования отложений в открытых системах — это аллювиальные, коллювиальные и морские осадки, содержащие карбонаты, а также прибрежные террасы, лессы и ледниковые отложения; возрастной предел — до 700 тыс. лет.

Уран-234—уран-238 — этим методом определяют возраст различных морских образцов (фораминиферы, кораллы, марганцевые конкреции) в пределах последнего миллиона лет.

Избыточный торий-230 (ноний) и протактиний-231 показывают возраст глубоководных осадков и марганцевых конкреций; датированный период для ^{230}Th — 300 тыс. лет, для ^{231}Pa — 150 тыс. лет.

Свинец-210. Короткоживущий изотоп ^{210}Pb применяется для датирования ледников, кораллов, отложений эстуариев, озер и торфяников, образовавшихся за последние 150 лет.

Радий-226 использовался для определения скорости накопления осадков в глубоководных условиях при возрасте осадка <90 лет; метод имеет много неопределенностей.

Торий-228, радий-228. ^{228}Th — это дочерний изотоп ^{228}Ra , его период полураспада всего 1.9 года, т.е. радиоактивное равновесие достигается уже через 10—15 лет. Единственный подходящий объект для датирования — содержащие барит гидротермальные курильщики в активных срединно-океанических хребтах.

Гелий-3. Содержание ^3He в скальных породах растет пропорционально продолжительности космического облучения образца. Метод подходит для определения времени экспозиции и скорости разрушения оливин- и кварцсодержащих пород; возрастной предел — от 250 до 1 млн лет.

Бериллий-10. Атмосферный изотоп ^{10}Be , выпадая с осадками,

включается в различные отложения; используется при датировании почв, озерных и водно-ледниковых осадков, лессов, кернов льда, вулканических и кварцсодержащих пород. Возрастной интервал от 1 тыс. до 10 млн лет.

Радиоуглерод. Радиоактивный изотоп углерода ^{14}C — основа всех живых существ; он постоянно возобновляется в процессе жизнедеятельности и начинает убывать после смерти организма. Возможный предел датирования от 50 тыс. лет назад до 1950 г., когда количество радиоуглерода значительно возросло в связи с ядерными испытаниями. Объект датирования — различные виды органического вещества, известковые натёки, пустынный загар, керны льда, грунтовые воды, археологические артефакты.

Неон-21. Стабильный изотоп ^{21}Ne образуется в горных породах *in situ* под действием космических лучей; его содержание растет пропорционально продолжительности облучения, поэтому по ^{21}Ne можно определять время поверхностной экспозиции и скорость выветривания базальтов и пород, богатых кварцем. Интервал датирования от 1 тыс. до нескольких миллионов лет.

Алюминий-26. Распад этого изотопа может служить для измерения времени с момента отложения осадка, куда попал атмосферный ^{26}Al , сорбированный прежде на аэрозолях и вместе с ними выпавший на дневную поверхность. Для датирования используются глубоководные осадки и кварцсодержащие породы. Метод работает в интервале от 1 тыс. до нескольких миллионов лет.

Кремний-32. Радиоактивный изотоп ^{32}Si образуется в атмосфере и выпадает с осадками. Работает в интервале 50—500 лет. Используется для датирования глубоководных осадков, ледников, грунтовых вод.

Хлор-36. Космогенный нуклид ^{36}Cl образуется как в атмосфере, так и в поверхностных слоях горных пород. Используют для датирования воды, льда, времени экспозиции поверхностей, в том чис-

ле морен, а также скорости разрушения пород. Интервал — от 1 тыс. до 1 млн лет.

Кальций-41. Космогенный ⁴¹Са образуется под действием космических лучей *in situ* в слое горных пород на несколько метров глубины и оттуда проникает в гидросферу и биосферу. По остаточному ⁴¹Са можно определить возраст костей, карбонатных конкреций и пещерных натечков в интервале от 20 лет до 500 тыс. лет.

Треки частиц. Существует два метода датирования по трекам ядерных частиц: по трекам деления и по трекам α -частиц. Треки могут регистрироваться во многих минералах и стеклах. Количество накопленных треков служит мерой возраста образца. Интервал датирования — в пределах всего четвертичного периода.

Радиационная дозиметрия включает три метода датирования: термолюминесценцию (ТЛ), оптически стимулированную термолюминесценцию (ОСЛ) и электронный спиновый резонанс (ЭСР); в их основе — накопление радиационных нарушений в минерале, которые зависят от времени. ТЛ-, ОСЛ- и ЭСР-методами в интервале от сотен до миллионов лет датируют керамику, обожженный кремний и глину, лессы, дюнные пески, тефру, карбонаты, известковые туфы, раковины моллюсков, кости и зубы, глубоководные отложения, кораллы.

Все перечисленные методы, отмечает автор, крайне трудоемки, а проведение геохронологических работ требует высокой профессиональной подготовки.

Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Материалы V Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Москва, 7–9 ноября 2007 г. С.324–327.

Геология

Грязевые вулканы Южного Каспия миллионы лет назад

Южно-Каспийский осадочный бассейн — уникальное место, где мезозойско-кайнозойские отло-

жения, имеющие мощность до 30–32 км, отличаются экстремально высоким потенциалом генерации флюидов. Огромное количество грязевых вулканов ежегодно поставляют в Каспий более 109 м³ гидрокарбонатных газов, 10⁶ м³ грязевулканической брекчии и много нефти.

В геологической истории Южного Каспия, как показали Д.Хусейнов и Е.Алиева (Институт геологии Азербайджанской национальной академии наук, Баку), активность грязевого вулканизма изменялась во времени. Глубоководное бурение и сейсмоакустические показатели свидетельствуют, что грязевулканическая деятельность в Южном Каспии началась в раннем миоцене, около 23–16 млн лет назад. Наибольшей активности она достигла на рубеже миоцена и плиоцена (5 млн лет назад). Это было связано с понижением уровня моря на 600 м в раннем плиоцене, что привело к изоляции Палеокаспия от Восточного Паратетиса. Катастрофическое уменьшение размеров Палеокаспия и возросшая активность грязевого вулканизма вызвали отравление воды метаном и массовую гибель морских животных. В позднем плиоцене и в четвертичное время грязевой вулканизм развивался в условиях полузамкнутого моря, периодически соединявшегося с Черноморским и Средиземноморским бассейнами. Эти стадии истории Каспийского моря характеризуются возрождением каспийского органического мира.

Черноморско-Средиземноморский коридор за последние 30 тыс. лет: изменение уровня моря и адаптация населения // Тезисы докладов международной конференции. Геленджик, 8–15 сентября 2007 г. С.77.

Океанология

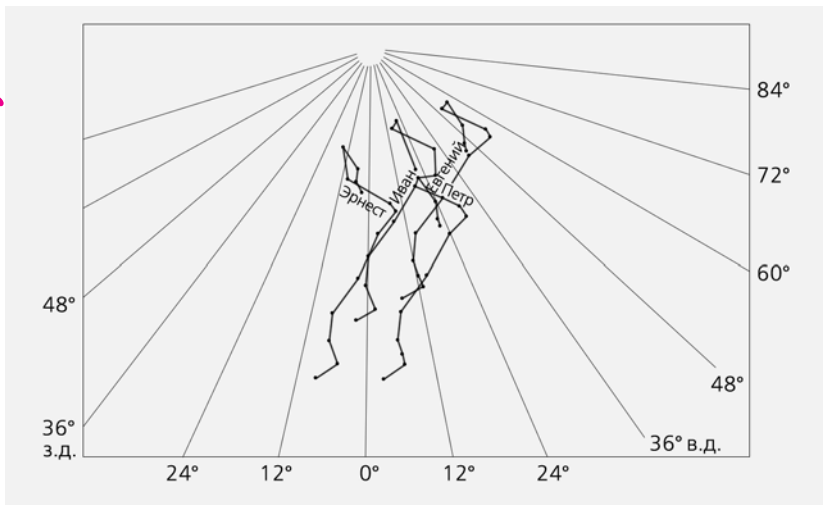
Панарктическая ледовая дрейфующая экспедиция

С 6 по 26 апреля 2007 г. — в период проведения Международного полярного года — Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН осуществил комплексные исследования по проекту «Панарктическая

ледовая дрейфующая экспедиция» (ПАЛЭКС). Основная ее цель — выявить особенности распределения физических, химических и биологических характеристик морского льда и поверхностных вод в околополюсном районе Северного Ледовитого океана. Выбор района исследований связан с необходимостью сбора информации о состоянии системы лед—вода—атмосфера в условиях современного потепления в Арктике. Эти сведения чрезвычайно важны для понимания природы наблюдаемых изменений в центральных районах Северного Ледовитого океана, иначе говоря, являются ли происходящие изменения типично локальными, как, например, в канадском секторе Арктики, или они характерны для всего Мирового океана. Информацию о ходе экспедиции и проведенных исследованиях предоставил И.А.Мельников (Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН).

В околополюсном районе Северного Ледовитого океана был организован полигон, на котором расположились четыре дрейфующих ледовых лагеря. На них работали научные группы, выполнявшие синхронные полевые наблюдения по единой программе исследований. Помимо сотрудников стационарных лагерей, действовала мобильная группа, которая должна была измерять толщину снежно-ледяного покрова в районе дрейфа лагерей. Все четыре лагеря дрейфовали параллельно от исходных позиций на 89°30'с.ш. На рисунке показаны дрейфы, построенные по ежесуточным координатам каждого из четырех лагерей на 9.00 часов утра.

Синоптический режим в приполюсном районе характеризовался активной циклонической деятельностью. В районе Исландской энергоактивной зоны наблюдались мощные процессы циклогенеза, характерные для этого периода года. Ложбина низкого давления протягивалась от Исландии вдоль Гренландии через архипелаг Шпицберген к о.Новая Земля. В этом направлении проходили серии циклонических вих-



Дрейф четырех ледовых лагерей в околополюсном районе Северного Ледовитого океана с 11 по 26 апреля 2007 г.

рей, носивших пульсирующий характер. Отмечались резкие ускорения и ослабления движения центра циклонов, их углубление или заполнение. Снежный покров по маршруту измерялся дважды (6 и 26 апреля): толщина снега 26 см, плотность 330 кг/м³, альбедо снежной поверхности 90%.

В ходе гидрофизических наблюдений получено 138 вертикальных профилей температуры и солености в водном столбе 0–300(600). Всего проведено около 12 суточных записей изменения температуры и солености одновременно на нескольких горизонтах, четыре серии измерений вертикального профиля скорости течения общей продолжительностью 16 ч, сделана пятичасовая запись скорости течения, температуры и солености в слое скачка плотности. По данным исследования, максимальная температура атлантической водной массы в районе работ составляла 1.2°C, что выше средней климатической нормы для данного района (0.8°C), а средняя глубина нахождения верхней границы атлантических вод оказалась на 30 м выше средней климатической (190 и 200 м соответственно). Все эти показания свидетельствуют о повышенном теплосодержании атлантических вод в приполюсном районе Северного Ледо-

витого океана и ускоренной передаче тепла ко льду.

Измерения толщины снега и льда проводились нами через каждые 100 м в направлениях на север, юг, восток и запад от базового лагеря. Средняя толщина льда на разрезе длиной 8700 м с севера на юг составила 172 см, а на разрезе длиной 7400 м с востока на запад — 179 см. В точке географического полюса средняя толщина льда по трем измерениям составляла 188 см. Важно отметить, что из 147 измерений лишь в трех случаях толщина льда превысила 2.5 м, что говорит о значительном сокращении мощности ледового покрова Северного Ледовитого океана по сравнению с 60–80-ми годами прошлого столетия.

Батометрические сборы проб воды в слое 0–300 м по горизонтам 5, 50, 100, 200 и 300 м проводились для измерения концентрации минеральных форм кремния, фосфора и азота. Пробы, отбирившиеся синхронно на одних и тех же горизонтах в одно и то же время, дали гидрохимические характеристики на профиле от поверхности льда до верхней границы атлантической водной массы.

В каждом дрейфующем лагере раз в четыре дня в одно и то же время проводились планктонные

исследования. Ловы выполнялись на горизонтах 50–0; 200–0 и 300–0, а 22 апреля были проведены еще вертикальные ловы планктона в географической точке полюса. Всего идентифицировано 25 таксонов, из них 13 видов относятся к отряду Copepoda. Соотношение численности доминирующих видов зоопланктона сохраняется в районах всех станций, но общая численность в слое 0–300 м различается значительно, что может быть связано с пространственной неоднородностью в распределении зоопланктона по глубине.

В период между 12 и 17 апреля нами было отмечено возмущение подледного водного слоя как по температуре, так и по солености. Когда через район, где дрейфовали лагеря, прошел мощный атмосферный циклон с порывами ветра до 20 м/с, вероятно, ветровая энергия способствовала «разгону» ледового массива и вызвала возмущение гидрофизических характеристик поверхностной воды, непосредственно контактирующей со льдом.

Во время водолазных работ подо льдом, проводившихся 25 апреля, отбиралась проба криопелагической фауны с нижней поверхности льда. В пробе доминирует мольдь амфипод (предположительно *Apherusa glacialis*). В 200 мл водной пробы, взятой шприцем непосредственно с поверхности льда, величина солености составила 16‰, что говорит о начале таяния в это время года в околополюсном районе Ледовитого океана.

Геохимию загрязнений мы начали изучать 12 апреля на 89°32'с.ш., 04°18'з.д. Пробы свежевыпавшего снега и фирна отбирали в нескольких сотнях метров от ледового лагеря с использованием химически чистого оборудования. Пробы хранили и доставляли в ИО РАН в замороженном виде, пробы растапливали, а талую воду фильтровали через ядерные и стекловолоконные фильтры для определения концентрации взвеси, исследования органического и сажевого углерода. Для изучения осадочного материала устанавливали се-

диментационные ловушки¹ под однолетний лед толщиной 80—90 см на горизонтах 1—20 м.

В научных работах по проекту ПАЛЭКС принимали участие также сотрудники Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург).

Океанология. 2007. Т.47. №6. С.952—954 (Россия).

Климатология

Вековые колебания петербургского климата

Сотрудники Российского государственного гидрометеорологического университета (Санкт-Петербург) исследовали, как в Петербурге изменялись температура воздуха и количество осадков в марте—апреле за период 1896—2004 гг. Эти два весенних месяца приняты авторами к рассмотрению по двум причинам: данная часть года мало освещена в литературе по климату; в эти месяцы на северо-западе России наиболее ярко выражено потепление, составившее за последние 30 лет 1.0—1.2°, тогда как летом изменения температуры воздуха близки к нулю, а осенью отмечается тенденция к похолоданию².

Авторами установлено, что с конца XIX в. по начало 60-х годов XX в. выраженного потепления климата в Петербурге-Ленинграде не отмечалось, а происходили 10—20-летние колебания. В рассматриваемые месяцы потепления случались в 1896—1910, 1926—1936 и 1942—1951 гг., похолодания — в 1910—1919, 1936—1942 и 1951—1959 гг. Зато в последние почти 50 лет температура воздуха неуклонно повышается, правда, с замедлением в 1970—1980 гг.

Температуру воздуха можно считать показателем, характеризующим общие климатические изменения в глобальном масштабе, поскольку другие метеорологи-

ческие элементы в общем следуют за температурными колебаниями.

Вековой ход количества осадков в Петербурге в марте—апреле не отличается регулярностью. Самые заметные особенности заключаются в их значительном уменьшении в 1930-е годы, постепенном увеличении в 1940—1970 гг. при замедлении в 50-х и резком уменьшении в 1970—1985 гг. С середины 80-х годов наметилась тенденция к увеличению осадков.

Для выяснения причин колебания температуры и осадков в Петербурге исследователи привлекли характеристики атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой и Европой, рассчитанные по картам приземного атмосферного давления за рассматриваемый период. Обнаружилось, что температура воздуха в Петербурге практически не связана с индексами циркуляции над океаном и континентом. Зато при сочетании этих показателей, выражающих повышенную активность западного переноса одновременно и над Атлантическим океаном, и над Европой, их количественная связь с температурой в Петербурге получается достаточно высокой и вполне значимой. Особенно четкая взаимосвязь наблюдается в период неуклонного потепления с начала 1960-х годов.

Колебания количества осадков в марте—апреле в Петербурге объясняется колебаниями атмосферной циркуляции непосредственно на континенте, в районе климатического расположения высотной фронтальной зоны. Это барическое образование обуславливает выход к Петербургу южных циклонов, с которыми связано выпадение осадков в городе. Прямое влияние Атлантического океана на вековые колебания осадков оказывается второстепенным.

Основной вывод проведенного исследования состоит в том, что колебания температуры и осадков в Петербурге в течение всего XX в. определялись циркуляционными атмосферными процессами, т.е. естественными факторами. Следовательно, привлечения других гипотез, включая парниковый эф-

фект и антропогенное воздействие, не требуется.

© Померанец К.С.,

кандидат географических наук
Санкт-Петербург

Палеонтология

Самый мелкий птерозавр

На северо-востоке Китая найден хорошо сохранившийся скелет небольшого летающего ящера, жившего 120 млн лет назад. Он получил название *Nemicolopterus crypticus*. Это самый мелкий из найденных до сих пор птерозавров: размах его крыльев всего 25 см, т.е. примерно как у воробья. Эта находка поможет пролить свет на эволюцию более поздних и намного более крупных летающих ящеров.

Птерозавры, крылья которых были образованы не перьями, а складками кожи, как у современных летучих мышей, впервые появились около 215 млн лет назад. Считается, что они были первыми летающими позвоночными. До того времени, когда около 65 млн лет назад последние птерозавры вымерли вместе с динозаврами, они представляли собой обширный и разнообразный отряд наземных позвоночных животных. В конце мелового периода некоторые из них достигли поистине гигантского размаха крыльев — до 12 м.

Остатки *N.crypticus* обнаружила в тонкоалевритовых отложениях на северо-востоке Китая, в провинции Ляонин группа китайских и бразильских палеонтологов. Крохотный птерозавр не имел зубов, а пальцы его передних конечностей необычно изогнуты, возможно, в связи с обитанием на деревьях. Скорее всего, немиколоптер срывался с веток в полет и летал над гладью лесного озера в поисках насекомых. Возможно, что способность крупных птерозавров к длительному полету развилась из умения их мелких предков совершать перелет с дерева на дерево.

<http://news.nationalgeographic.com/news/2008/02/080211-mini-pterosaur.html>

¹ Полная информация о выполненных наблюдениях приведена на сайте ПАЛЭКС-2007 (www.paicex.ru).

² Угрюмов А.И., Харьковская Н.В. // Метеорология и гидрология. 2008. №1. С.24—30.

М.Ю.Сорокина,
кандидат исторических наук
Архив РАН
Москва

Многие десятилетия представление советского общества об отечественной «науке о Востоке» (выражение академика В.М.Алексеева), как и о многих других научных дисциплинах, было редуцировано до узкого перечня «разрешенных» имен и академических институций, занимавшихся, в современной терминологии, преимущественно политологическими исследованиями азиатских соседей СССР. Между тем полнокровная история отечественной науки складывается из нескольких неразрывных составляющих — истории «дореволюционной» и «советской»* науки, сосредоточенной в академической, вузовской и ведомственных системах (военной, дипломатической и др.), науки российского зарубежья (всех волн эмиграции) и «репрессированной» науки. Каждая из них обладает великим множеством индивидуальных и институциональных особенностей. Эта сложная «множественность» была, с одной стороны, характерной чертой становления российского научного сообщества в конце XIX — начале XX веков, а с другой, обеспечивала возможность и российской власти, и обществу в целом получать разнообразные и объемные сведения о политических, социально-экономических, культурных и интеллектуальных процессах в сопредельных странах.

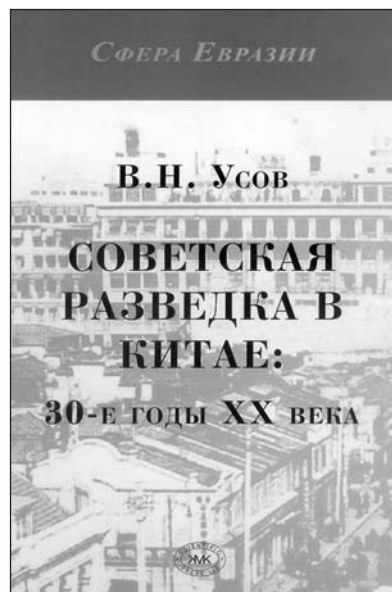
По сей день мы недостаточно осознаем, сколько утратили

* Здесь используем эти определения исключительно как маркеры отнесения к определенной хронологической эпохе.

© Сорокина М.Ю., 2008

страна и наука от потери многообразия источников информации. Российские паломники и путешественники, разведчики и чиновники, дипломаты и ученые, на протяжении нескольких веков находившиеся на пересечении политических, национальных, конфессиональных, военных и социальных приоритетов государств, народов и общностей, а также династических и персональных интересов, многообразием функций своего профессионального бытования внесли огромный вклад в понимание динамично изменявшейся картины мира и исторического пути, места и миссии России в этом мире. Так, например, выросшее в рамках дореволюционной дипломатии целое поколение российских ориенталистов (служившие по ведомству Министерства иностранных дел Н.В.Ханьков, Ч.Валиханов, Н.Ф.Петровский, В.А.Жуковский, В.Ф.Минорский, В.П.Никитин, А.Н.Мандельштам и др.) гармонично сочетало интерес к седой древности, многовековым традициям и культуре восточных народов с изучением новейшей политической и социально-экономической истории азиатских стран пребывания.

Российское дореволюционное военное востоковедение, как показал недавно в выдающейся работе М.К.Басханов [1], также внесло исключительный вклад в изучение восточных окраин России и сопредельных азиатских стран и территорий — Турции, Персии, Афганистана, Индии, Китая, Монголии, Кореи, Японии. Очень часто именно военные востоковеды были первыми специально под-



В.Н.Усов. СОВЕТСКАЯ РАЗВЕДКА В КИТАЕ: 30-е ГОДЫ XX ВЕКА.

М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007.
454 с. (Из сер. «Сфера Евразии».)

готовленными исследователями, сумевшими достичь отдаленных, малоизвестных областей Азии и представившими бесценные научные данные о них. Экспедиции Н.М.Пржевальского, П.К.Козлова, А.В.Каульбарса и др. русских военных открыли миру многие совершенно до того не известные территории, этносы, памятники и даже целые культуры Центральной и Северо-Восточной Азии. Возникнув в России в первой половине XIX в. как прикладная форма исследований, военное востоковедение к 1917 г. превратилось в самостоятельную отрасль знаний о Востоке в самом широком смысле этого понятия. Тысячи работ по географии и статистике, общей и военной истории, этнографии, демографии, лингвистике, археологии и др., собранные и созданные военными, составили золотой фонд отечественного востоковедения, до конца не изученный и тем более не исчерпанный и поныне.

Революционные потрясения 1917 г. и последовавшая за ними гражданская война существенно изменили персональную и институциональную карту отечественной науки, в том числе и востоковедения. По нашим самым предварительным подсчетам, в период между двумя мировыми войнами за пределами Советской России осталось более шестисот специалистов, занимавшихся изучением разных периодов истории, культуры, экономики восточных стран [2]. Разумеется, потеря такого количества образованных кадров не могла не отразиться на состоянии «науки о Востоке» в СССР и прежде всего в тех страноведческих и функциональных сегментах, которые понесли наибольшие потери. Однако в сравнении с другими гуманитарными сообществами в ориенталистике структура и характер этих потерь имели свои особенности. Востоковедение в значительной мере сохранило свои ведущие академические кадры, но среднее, «приват-доцент-

ское» и «консульское», звено пострадало весьма существенно. Многие находившиеся на дипломатической службе или в научной командировке специалисты остались на чужбине.

То, что стало потерями для российского научного сообщества и российского национального самосознания в целом, обернулось значительным приобретением для мировой науки. Так, выдающийся этнолог, лингвист, археолог и антрополог, исследователь Сибири и стран Дальнего Востока Сергей Михайлович Широкогоров (1887—1939), до революции совершивший ряд экспедиций в Забайкалье, Якутию, Приморье и в 1922 г. эмигрировавший в Китай, в дальнейшем преподавал в университетах Пекина, Шанхая, Амоя и Кантона. Именно в годы эмиграции вышли его основные труды по тунгусоведению, сибирскому шаманизму, системе родства и социальной организации у тунгусов и маньчжуров, физической антропологии национальных меньшинств в Китае, теоретической этнологии, социологии и лингвистике, навсегда закрепившие за ним репутацию одного из самых крупных ученых-этнологов XX века.

Ряд русских ученых-эмигрантов (или выходцев из эмигрантских семей) оказали значительное влияние на становление восточных страноведческих школ американской науки. Приват-доцент Петроградского университета, японист Сергей Григорьевич Елисеев (1889—1975) создал и возглавил в 30-е годы в Гарварде крупнейший научный центр синологии и японоведения. Историк и политолог Александр Адамович Беннигсен (1913—1988), в 1919 г. вывезенный родителями из России, сформировал школу американских специалистов по мусульманству Советской Средней Азии и Закавказья. Барон Петр Алексеевич Будберг (1903—1972), специалист по сино-алтайским языкам, ранней истории китайской

культуры и китайской классической письменности, с 1940 г. руководил кафедрой востоковедения Калифорнийского университета в Беркли. Георгий (Юрий) Александрович, или Джордж, Ленсен (1923—1978) стал крупнейшим американским экспертом по российской внешней политике и международным отношениям на Дальнем Востоке в XIX—XX вв. в целом и с 1949 г. почти тридцать лет возглавлял кафедру востоковедения во вновь открытом университете штата Флорида.

По замыслу большевистских лидеров, потери «старых» профессионалов должны были компенсироваться значительным притоком новых, «советских», кадров из вновь открытых Московского института востоковедения и Ленинградского института живых восточных языков, а также из различных коммунистических университетов, подведомственных Коминтерну (Коммунистический университет трудящихся Востока, Коммунистический университет трудящихся Китая им.Сунь Ятсена). Частично этот план удалось реализовать при поддержке части дореволюционной интеллигенции. Так, например, сын последнего российского императорского консула в Мукдене (ныне Шэньян; Китай) С.А.Колоколова — Всеволод Сергеевич Колоколов (1896—1979), потомственный дворянин, родившийся в Кашгаре (провинция Синьцзян, Маньчжурия) [3] и с детства в совершенстве владевший китайским языком, после окончания Императорского Александровского лицея в Петербурге предпочел эмиграции учебу на восточном отделении Военной академии Рабоче-Крестьянской Красной Армии (РККА, 1920—1922) и карьере советского военного востоковеда. Блестящий знаток языка, духовной и материальной культуры Китая, автор многочисленных научных трудов и учебных пособий, Всеволод Колоколов в 1939—1942 гг. возглавлял китайскую кафедру

Высшей специальной школы РККА, а позднее, в 1947—1957 гг., аналогичную кафедру Военной академии и подготовил немало советских военных Китаистов, в том числе работавших в органах разведки.

Разведка всегда и везде является не только оперативным источником важнейших сведений о военно-промышленном и научно-техническом потенциале других стран, но и аналитической структурой, выводы которой учитываются верховной властью при формировании внешнеполитической линии государства. В какой мере и какие именно результаты деятельности советской разведки 20—30-х годов влияли на внешнюю и внутреннюю политику И.В.Сталина, остается дискуссионной проблемой мировой историографии. В годы «холодной войны» за рубежом появилось немало исследований о советской разведке, включая ее работу на Дальнем Востоке. Достаточно назвать интересную книгу Дэна Джэкобса о Михаиле Марковиче Бородине (настоящая фамилия Грузенберг; 1884—1951) [4], большевике-эмигранте (в США) до 1917 г., а затем известном коминтерновском деятеле и главном советском политическом советнике ЦИК Гоминьдана в Китае в середине 20-х годов. В последние десятилетия отечественные историки также стали активно изучать ранее закрытую для них тематику.

Новая монография известного российского историка-Китаиста, доктора исторических наук Виктора Николаевича Усова — «Советская разведка в Китае: 30-е годы XX века» делает попытку заполнить лауну в одной из самых проблемных тем в истории советско-японо-китайских отношений первой половины XX в. Она опубликована в 2007 г. «Товариществом научных изданий КМК», одним из старейших научных издательств современной России, специализировавшемся на публикации научной литературы биологиче-

ского профиля, а в последние годы ставшим известным своими гуманитарными проектами в области истории, психологии, культурологии и прежде всего серией «Сфера Евразии».

В рамках этой серии последовательно публикуются важные исторические и историографические памятники. Два сборника документов и воспоминаний (в составлении С.Л.Кузьмина) «Легендарный барон: неизвестные страницы гражданской войны» (2004) и «Барон Унгерн в документах и мемуарах» (2004) посвящены судьбе одной из самых ярких и неординарных фигур гражданской войны в России и Монголии, сторонника создания Срединной империи, «белого барона» Романа Федоровича фон Унгерн-Штернберга (1885—1921). Новое издание (2004) книги знаменитого исследователя Центральной Азии, военного востоковеда, полковника Петра Кузьмича Козлова (1863—1935) «Тибет и Далай-лама», впервые опубликованной в 1920 г., представляет не только исключительно интересное и подробное описание встреч русского путешественника с Далай-ламой XIII в 1905 и 1909 гг., но и дополнено новыми материалами. Сборник работ (2005) известного русско-американского историка-евразийца Георгия Владимировича Вернадского (1887—1973) объединил впервые публикуемые в России основополагающие работы второй половины 30-х годов «Опыт истории Евразии» и «Звенья русской культуры», а также классические евразийские статьи Вернадского «Монгольское иго в русской истории», «Два подвига св. Александра Невского» и др. Наконец, в этой же серии появилась новая книга известной журналистки Инессы Ивановны Ломакиной «Монгольская столица, старая и новая (и участие России в ее судьбе)» (2006).

Монография Усова — первая научная работа современного российского историка, изданная в серии «Сфера Евразии». Она

является продолжением его книги «Советская разведка в Китае в 20-е годы XX века», вышедшей в Москве в издательстве «Олмапресс» в 2002 г. и переведенной на китайский язык в Китайской Народной Республике. Профессиональный Китаист, Усов окончил Институт восточных языков (ныне Институт стран Азии и Африки) при МГУ, стажировался в Пекинском институте иностранных языков, Сингапурском государственном университете, в Народном университете Пекина и известен как автор более 130 научных работ. Ведущий научный сотрудник Института Дальнего Востока РАН и член Центрального правления Общества российско-китайской дружбы, он предлагает читателям первое в России исследование, рассказывающее о деятельности трех основных служб советской внешней разведки — Коминтерна, Главного разведывательного управления (ГРУ) и ОГПУ — в Китае и Маньчжоу-го (с 1934 г. — Маньчжоу-диго), государстве, созданном японцами на оккупированной территории Маньчжурии во главе с Пу И — последним китайским императором династии Цин* [5].

Помимо весьма актуального, а местами и захватывающего сюжета, большой интерес книге придает то, что, как и в предыдущих работах, Усов широко и умело использует материалы и документы из архивов Коминтерна, Министерства иностранных дел, внешней разведки, а также воспоминания советских и зарубежных участников событий. Он дает многочисленные и весьма ценные биографические сведения о судьбах основных персонажей книги, большинство из которых почти неизвестны широким читателям.

* В 1945 г., после вступления в Маньчжурию советских войск, отречся от престола, арестован и отправлен в СССР (до 1950 г.). Вернувшись в Китай, приговорен к 10 годам лагерей как военный преступник. После освобождения в 1959 г. работал садовником в Пекине в Институте ботаники Китайской академии наук.

В отличие от 20-х годов, когда на советскую разведку в Китае работали такие значительные научные силы, как Д.М.Позднеев, М.И.Казанин, а также китаеведы-политологи (А.Я.Климов, П.А.Миф, М.Г.Рафес и др.), оставившие заметный след в истории советского востоковедения, в 30-е годы персональный состав советских резидентур заметно изменился и стал, если можно так выразиться, более узко профессиональным. Однако и тогда в Китае работали специалисты самого высокого класса. Так, в октябре 1930 г. в Маньчжурию под видом русского эмигранта вместе с женой был направлен Вильям Фишер, более известный как Рудольф Иванович Абель, прототип главного героя знаменитой кинокартины 70-х годов «Мертвый сезон», который провел в Китае

шесть лет и затем вернулся в Москву. В 1933—1935 гг. в Китае работал Исхак Абдулович Ахмеров, в дальнейшем руководивший советской разведкой в США, а в годы Второй мировой войны снабжавшей советское руководство сведениями об американском атомном проекте. Наконец, несколько лет (1930—1932) провел в Шанхае, формируя резидентуру советской военной разведки в Северном и Юго-Восточном Китае, Рихард Зорге, чьи данные о начале гитлеровской агрессии против СССР были проигнорированы Сталиным в 1941 г. Материалы об этих и многих других советских агентах в Китае, воспринявших большевистскую революцию как обновляющую силу для всего человечества и работавших на практическую реализацию коммунистической идеи,

помогают лучше понять не только этнополитическую специфику и скрытую интригу этого процесса на Востоке, но и в масштабе XX в. в целом.

Дополнительный интерес монографии Усова придает и то, что она затрагивает весьма сложную и неоднозначную историю взаимоотношений русской эмиграции, «агентов Коминтерна» и «русских фашистов» в Китае. К сожалению, эта тема только намечена в книге и, вероятно, могла бы послужить основой для дальнейших изысканий автора. Хотелось бы также пожелать издателям и авторам более внимательно относиться к научно-справочному аппарату книг — полноценный именной указатель всегда украшает научное издание и помогает читателям лучше ориентироваться в нем. ■

Литература

1. *Басханов М.К.* Русские военные востоковеды до 1917 года. Биобиблиографический словарь. М., 2005.
2. *Сорокина М.Ю.* Снова востоковеды...: материалы для биобиблиографического словаря «Российское научное зарубежье» // Диаспора: Новые материалы. Вып.7. Париж; СПб., 2005. С.647—682.
3. Памяти Всеволода Сергеевича Колоколова (1896—1979) // Проблемы Дальнего Востока. 1979. №2. С.207; Колоколов Б.С. Записки сына последнего российского императорского генерального консула в Мукдене / Публ. Е.Б.Кузнецовой, М.Ю.Сорокиной // Диаспора: Новые материалы. Вып.9. Париж; СПб., 2007. С.3—6.
4. *Jacobs D. Borodin. Stalin's Man in China.* Cambridge; L., 1981.
5. *Усов В.* Последний император Китая Пу И (1906—1967). М., 2003.

Геофизика

А.С.Монин, Н.Н.Корчагин. ДЕСЯТЬ ОТКРЫТИЙ В ФИЗИКЕ ОКЕАНА. М.: Научный мир, 2007. 205 с.

В книге предпринята попытка выделить и описать наиболее важные исследования в геофизической гидродинамике в период бурного развития океанологии во второй половине прошлого столетия. Авторы ограничились явлениями, которые составляют основу всей физической природы океана и дают представление о нем как о едином целом. Причем эти

явления связаны не только с процессами, происходящими в толще океанских вод, но и с эволюцией и формированием океанского дна. В этот период наиболее крупными результатами в физической океанологии стали открытия: спрединга, субдукции, черных курильщиков, цунами, подводного звуковода, ступенчатой стратификации, экваториальных глубинных противотечений, рингов, свободных синоптических вихрей, геострофической турбулентности.

На основе этих исследований была создана новая кон-

цепция эволюции земной коры и образования океанского дна — мобилизм, а в гидродинамике океана были по-новому сформулированы физически обоснованные идеи и разработаны новые теории, адекватно отражающие влияние океанских процессов не только на жизнь океанов, но и планеты в целом, в том числе и на климат Земли.

Изложение книги построено таким образом, чтобы она представляла интерес не только для специалистов — физиков, океанологов, аспирантов и студентов, — но и для широ-

кого круга читателей, чтобы каждый мог почерпнуть необходимые и интересные сведения о мировом океане и уровне его изученности, а также современном развитии океанологии.

Геоморфология

А.А.Клюкин. ЭКЗОГЕОДИНАМИКА КРЫМА. Симферополь: Таврия, 2007. 320 с.

Монография посвящена характеристике экзодинамических процессов на территории юго-восточного Горного Крыма. На основе богатого эмпирического материала, собранного в течение более трех десятков лет в результате режимных наблюдений на балансовом участке, дан глубокий анализ современных рельефообразующих эндогенных и экзогенных процессов природного и антропогенного генезиса, литогенных потоков, показана роль различных денудационных процессов в перемещении вещества, рассчитан баланс наносов в низкорной и береговой зонах южного Крыма.

Книга в первую очередь предназначена геоморфологам; большее внимание уделено концептуальной основе рассматриваемых динамических процессов, что позволило ограничиться подробным изучением и обсуждением экзодинамики типичного участка юго-восточного макросклона Крымских гор площадью 206 км², расположенного между городами Судак, Феодосия и Старый Крым. Это не означает, что обсуждение вопросов моделирования динамики рельефообразования выполнено упрощенно; в настоящее время геоморфологу необходима определенная «экзодинамическая культура», которая позволяла бы ему системно мыслить, а также конкретно формулировать вопросы о структуре и поведении рельефа и интерпретировать получа-

емые результаты при моделировании ландшафтов. Полезную информацию в этой книге найдут геоэкологи, географы-ландшафтоведы, климатологи, специалисты МЧС, краеведы и все, кому не безразличен Крым.

Клюкин не дописал последнюю, шестую главу монографии, посвященную антропогенной геоморфодинамике района исследований. Он ушел из жизни в январе 2006 г., вернувшись из своей 29-й полевой геоморфологической практики на Эчки-Даге. Труд по подготовке издания к печати взяли на себя его друзья и коллеги.

История науки

МОЗАИКА СУДЕБ БИОФАКОВЦЕВ МГУ 1930—1960-х ГОДОВ ПОСТУПЛЕНИЯ: В 2 т. Сост. Л.И.Лебедева. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007. 480 с.

«Мозаика судеб» продолжает новый подход к истории биологического факультета Московского университета, когда о своей учебе, дальнейшей жизни и работе рассказывают сами выпускники, которые поступили на биофак в 1930—1960-е годы. Многие из них — известные ученые, работающие или ранее работавшие в различных областях биологии, медицины, сельского, лесного, рыбного хозяйства, а также в системе высшего и среднего образования. Разработанная составителем анкета-вопросник и представление ответов в хронологической последовательности позволяет проследить основные этапы получения образования, формирования научного потенциала студентов и аспирантов в период обучения и его реализации в дальнейшей самостоятельной работе.

Ответы 212 выпускников, помещенные в книгу, являются бесценными историческими документами, свидетельствующими о высочайшем уровне

университетского образования. Эта книга посвящена нашим замечательным университетским преподавателям, она рассказывает об уникальных традициях преподавания и общения со студентами, которые должны быть сохранены.

Краеведение

В.Ф.Старков, А.А.Красильщиков, Е.Н.Бузни. МУЗЕЙ «ПОМОР». М.: Научный мир, 2007. 112 с.

1 июля 1995 г. в пос.Баренцбург на архипелаге Шпицберген был открыт музей «Помор». Его учредители — Государственный трест «Арктиуголь», Институт археологии РАН (Москва) и Полярная морская геологоразведочная экспедиция (Санкт-Петербург).

Музей «Помор» стал одним из наиболее крупных культурно-просветительских центров на архипелаге Шпицберген, находящимся под суверенитетом Норвегии. В его залах развернута большая экспозиция, рассказывающая о природе и истории архипелага. Отдельные залы посвящены животному и растительному миру, геологии и палеонтологии, истории освоения архипелага, прошлому и настоящему пос.Баренцбург. В трех залах размещена коллекция предметов изобразительного искусства.

Значительную часть экспозиции занимают подарки, полученные рудником Баренцбург от различных обществ, предприятий и официальных лиц, в том числе зарубежных. Дополняет произведения прикладного искусства собрание картин, переданных в музей в 1987 г. из фонда Союза художников СССР. Особый интерес представляет большая коллекция норвежских художественных изделий из металлов, стекла и камня, подаренная Союзом рабочих Лонгьербуэна и другими общественными организациями.

Промышленник и меценат Сибири

О.А.Голынская
ВНИИ Океангеология
Санкт-Петербург

Е.Л.Минина,

кандидат геолого-минералогических наук

Государственный геологический музей им.В.И.Вернадского РАН
Москва

В марте 2008 г. исполнилось 185 лет со дня рождения Михаила Константиновича Сидорова. В наши дни это имя знакомо относительно небольшому кругу людей, главным образом моряков, полярников, геологов, историков и краеведов, чья жизнь и интересы так или иначе связаны с Российским Севером. Незаурядная личность — промышленник, предприниматель, меценат — Сидоров внес неоценимый вклад в освоение бескрайних просторов этого сурового края. Память о Сидорове живет на географической карте: пролив между островами Ли-Смита, Блисса, Брайса и островами Брейди и Аджер архипелага Земля Франца-Иосифа, мыс на о.Рыкачева в Карском море носят его имя [1].

В музеях Печоры, Ухты, Сыктывкара и Красноярска созданы экспозиции, посвященные этому самоотверженному «поборнику Севера» [2]; собирает и бережно хранит материалы о нем Музей Арктики и Антарктики в Санкт-Петербурге.

Сын архангельского купца, Михаил Сидоров родился 16 марта 1823 г. (все даты приводятся по старому стилю), учился только до шестого класса местной гимназии, «которую оставил в 1842 году более потому, что учитель французского языка... называл учеников... русской тварью» [3]. Самостоятельность, не-

зависимость, свобода мысли и сила духа проявились в его характере уже в юные годы.

После ухода из гимназии Михаил поработал некоторое время у своего деда Александра Мифодиевича Сидорова, старшего биржевого маклера при Архангельском порту, затем поступил на службу к дяде Ксанфию Александровичу Сидорову, который занимался торговлей. Однако дядя вскоре разорился, и перед юношей встала серьезная проблема поиска работы. Помог директор училищ Архангельской губернии Илья Алексеевич Никольский, по рекомендации которого 30 мая 1845 г. Михаил, «выдержав испытание педагогического совета, сдал экзамены на звание домашнего учителя» [3]. Он незамедлительно приступил к работе: обучал русскому языку сына своего дяди, Дионисия Митрополова, спустя месяц им был подан рапорт «с просьбой о дозволении отпустить его в город Красноярск Енисейской губернии... чтобы продолжить обучение детей в частных домах» [3]. Просьба была удовлетворена, и в том же году он покинул Архангельск. До 1859 г. «официально» (согласно сохранившимся документам) Сидоров состоял в должности домашнего учителя, между тем факты свидетельствуют о том, что не только учительством занимался он в течение этих 14 лет.

В Красноярске в полную силу раскрывается многогранная

и деятельная натура Михаила Константиновича, его предприимчивость, целеустремленность и природная смекалка. Без сомнения, важную роль в судьбе молодого человека играют и появившиеся новые знакомства, среди которых особое место занимает Василий Николаевич Латкин (1809—1867), в те годы управляющий золотыми приисками промышленника Бенардаки. Сидоров с его кипучей энергией, жадной поиска и открытий, оказавшись в эпицентре русского Эльдорадо, конечно, подхватывает вирус такой заразной болезни, как золотая лихорадка. В те годы благодаря новому методу Льва Ивановича Брусницына (1784—1857) в Сибири, как и во многих других перспективных на золото регионах мира, велись масштабные работы по поиску и разработке этого благородного металла. Случай предоставил Сидорову возможность оказаться на приисках в северной части Енисейского округа. «Осмотрев их, Сидоров не утерпел — один отправился на другие прииски по всей реке Енашимо и нашел, что в верховьях ее притока, речки Огне, на расстоянии от устья в пять верст и ниже от устья Огне по реке Енашимо на расстоянии десяти верст должно быть продолжение богатой россыпи, открытой еще в 1840 году». О своем открытии Михаил сообщил в Петербург Латкину, «и тот немедленно вооружил его доверен-

ностями на заявки от людей, которым золото мыть не возбранялось (с 1844 года право промышлять золото в Сибири предоставлялось только очень привилегированным особам) [2]. Воодушевленный успехом, Сидоров продолжил свои изыскания: «забираясь все дальше и дальше по диким енисейским берегам, набирался опыта от товарищей-старателей, обучался нелегкому их ремеслу». За то, что он указывал места своих находок, хозяева приисков должны были платить ему в дальнейшем по тысяче рублей с каждого пуда добытого золота. Природная сметливость, упорство и, конечно, сопутствующая удача помогли ему вскоре обнаружить «чуть ли не двести месторождений», из которых тридцать шесть достаточно быстро «выдали более тысячи пудов» [3] благородного металла, чудесным образом превратив Сидорова в миллионера... Это был редкий случай в истории сибирского золотого промысла, и горный ревизор частных приисков генерал-майор Клейменов писал тогда о Сидорове, что в Восточной Сибири от начала золотопромышленности не было пока человека, открытия которого послужили бы началом для успешной разработки такого количества месторождений [2].

Теперь, имея значительный капитал, Михаил Константинович мог наконец «быть полезным своей родине» [4]. Он писал: «Оставив на заднем плане выгодную для меня материально золотую промышленность... я перенес всецело всю деятельность и денежные средства на северные приморские окраины нашего государства...» [2]. Замыслы его были поистине грандиозны: исследование естественных богатств Русского Севера, устройство дорог и поиск удобных (водных, морских, сухопутных) путей сообщения между Европой и Азией, строительство торгового порта, развитие местной промышленности, особенно лесоперерабаты-

вающей, судостроительной, горной, образование и повышение уровня жизни жителей этого величественного края...

В 1862 г. Сидоров писал: «Имея в виду ежегодное уменьшение населения Туруханского края... я решился по возможности средств моих поднять этот упадающий край чрез развитие в нем промышленности. С этой целью я посылал туда сряду несколько лет партии, как для исследования и описания края, так и для поисков металлов и минералов» [5]. В 1859 г. изыскательский отряд Сидорова обнаружил в этом районе на берегах рек Курейка и Нижняя Тунгуска огромные залежи высококачественного графита. Химический анализ, проведенный в лаборатории Горного Департамента, обнаружил высокое содержание углерода (94.28%) [6]. Тунгуский графит не уступал лучшим сортам английского, цейлонского и «алиберовского» (Мариинский рудник Иркутской области) [7] и мог служить для изготовления карандашей, тиглей и других технических нужд России. В 1861 г. на р.Курейке был запущен первый графитовый рудник.

До сих пор месторождения, открытые Сидоровым, имеют промышленное значение. Туруханский графит с Курейки и Нижней Тунгуски отличается высоким содержанием углерода (более 80%) и является ценным высококачественным сырьем, которое после соответствующей обработки широко используется в электротехнике и литейном деле, карандашной промышленности и пр. В любом учебнике и справочнике по геологии полезных ископаемых можно встретить описание Ногинского (на левом берегу Нижней Тунгуски) и Курейского месторождений, которые характеризуются огромными запасами и высоким качеством графитовых залежей. Помимо графита, экспедициями Сидорова в Туруханском крае были обнаружены каменный уголь, квасцы (или «каменное

масло», как их называли тогда инородцы), ключевая и горная соль, янтарная смола, а также мамонтовая кость [5]. В 1861 г. доверенный Сидорова Амосов сообщил об открытии железных и медных руд, исландского шпата и кварца на реке Монастырская Тунгуска [5].

Более 20 лет своей жизни посвятил Михаил Константинович освоению и преобразованию Печорского края. Этой идеей заразил его Латкин, который и сам почти всю жизнь пытался доказать, как богаты эти пустынные земли, сколько всего полезного можно из них извлечь. Здесь, на обширной площади от Чердыни до Новой Земли, где в древности пролегали торговые пути, что связывали Иран и Китай с загадочной Югрой, Сидоров стал поперек дороги у иностранного капитала, который жадно поглядывал все дальше на восток России. Географическое положение края очень удачно — здесь перекрещивались самые удобные и дешевые пути сообщения юга с севером и запада с востоком, что делало его ключом к кладовым Сибири. Учреждение пароходства на Печоре, строительство порта, развитие судостроительной и лесоперерабатывающей промышленности, добыча полезных ископаемых, организация шкиперского училища — вот самые масштабные проекты, которые пытался осуществить Михаил Константинович.

Существуют достоверные факты, что в 18-м столетии нефть на Севере составляла уже серьезный промысел, хотя и нет данных о размерах ее добычи. Известно, что отведенные участки располагались главным образом по всему течению р.Ухты и некоторым ее притокам. История Ухтинского нефтяного месторождения неразрывно связана с именем Сидорова. Преодолев множество препятствий, в 1868 г. на левом берегу Ухты на основе геологических данных горного инженера Г.Д.Романовского им была заложена пер-

вая нефтяная скважина. В тяжелых условиях без всякой поддержки правительства начал он разработку месторождения, однако уже в 1873 г. был вынужден остановить работы [9]. Действительность оказалась удручающе печальной: на каждом шагу подстерегали все новые и новые «стеснения» администрации, от произвола которой зависело все; Сидоров не имел возможности «по своей воле» распоряжаться отведенным ему участком. Всего тысячу пудов нефти выдала первая нефтяная скважина, и это «черное золото» разошлось по выставкам, на анализы и образцы, а главное — на опыты нефтяного отопления. Более 650 тыс. руб. затратил Михаил Константинович на это предприятие и не получил ни копейки дохода... [10].

В 1882 г. он писал: «Я уверен, что нефтяные месторождения на Севере будут иметь обширное значение... северная нефть может оказать нам услугу при наших финансовых и экономических затруднениях: 1) она даст заработок краю и разольет в нем довольство; 2) она удержит дома наше золото, которое мы платим за горючие и красивые продукты и масла из заграницы; 3) она привлечет появлением своим на иностранных рынках европейского золота и тем возвысит курс наш; 4) появление ее создаст торговый флот на Севере, тем более, что у нас на это есть все средства» [10]. Как прав был Михаил Константинович! Этот богатейший нефтяной регион играет важную роль в экономике и политике современной России, ее взаимодействию с мировым сообществом.

Помнит ли Ухта своего первопроходца? — Помнит. Стоит на р.Ухте скромный, потрепанный временем и вандалами обелиск «русскому промышленнику» и первой российской нефтяной скважине. В 2000 г. новой улице, застраиваемой на правом берегу р.Чибью, присвоено имя Сидорова.



Обелиск русскому промышленнику и первой российской нефтяной скважине. Ухта.

Фото С.К.Пухонто

Несколько раз (вплоть до 1880 г.) посещал Михаил Константинович и Новую Землю. Он соглашался в течение 10 лет содержать на свой счет экспедицию географического общества и внес 1000 руб. в качестве премии за работу любому автору, который даст описание Новоземельского архипелага. С 1862 г. настойчиво добивался он получения там участков с целью разработки нефтяных и угольных месторождений, но так ничего и не получил [9].

Всю свою жизнь Сидоров находится в бесперывном движе-

нии, ничто не ускользает от его внимания, во всем старается он найти рациональное зерно и разумное ему применение. Так, «отыскав предметы для огромной торговли», он «заялся открытием путей сообщения, как водяных: морских и речных, так и сухопутных...» [5]. Изучив историю плавания по морям Ледовитого океана, Сидоров приходит к выводу, что при достаточной настойчивости и энергии морской путь в сибирские реки из Европы и обратно станет возможным. В 1859 г. он подает записку красноярскому генерал-

губернатору, где подробно и убедительно излагает полную возможность отправки грузов и товаров морем из Енисея в Европу и указывает на выгоду открытия торгового морского пути в Сибирь [11]. Он утверждает, что развитие судоходства от Байкала до Петербурга позволит уменьшить расходы по перевозке грузов в пять раз, будет способствовать оживлению морского промысла, развитию и процветанию сибирских земель. Губернатор, в свою очередь, обращается в столицу, где это предложение не встречает никакого сочувствия ни в правительстве, ни в научных кругах. Тогда Михаил Константинович едет в Петербург и является к вице-председателю Русского Географического общества мореплавания Ф.П.Литке с просьбой принять от него денежную сумму в 14 тыс. руб. для премирования того из русских моряков, кто морем достигнет устья Енисея, на что получает отказ. Литке мотивирует его тем, что среди русских не может найтись такого моряка, который рискнул бы идти к устью Енисея, при этом он рекомендует Сидорову обратиться с этим предложением в Англию, где такой моряк, надо полагать, сыщется. Михаил Константинович не падает духом и объявляет в печати, что готов выдать премию любому капитану, который благополучно доставит свой корабль к устью Енисея. Павел П. Крузенштерн-младший откликается на предложение Сидорова, и в 1862 г. снаряжается экспедиция. Однако фортуна к ней не благоволит: шхуна гибнет, затертая льдами Карского моря; к счастью, капитан с экипажем спасаются, пробравшись по плавающим льдам к п-ову Ямал [11].

Несмотря на неудачу, Сидоров настойчиво ищет желающих плыть на Енисей и в 1867—1868 гг. отправляется с этой целью за границу. Его путь пролегает через Германию, Францию, Англию, Шотландию, Данию, Швецию и Норвегию.

Во время поездки по норвежской Лапландии он знакомится с местными китоловами и шкиперами, а также промышленниками, которые с пониманием относятся к его проекту [12]. В г.Тромсё (Норвегия), где Сидоров читает лекцию, в числе слушателей находится только что вернувшийся из экспедиции на Шпицберген профессор Нильс Адольф Эрик Норденшельд (1832—1901). Счастливым случай сводит этих энтузиастов Севера, знакомство их и сотрудничество не прерывается в течение многих лет [11].

Между тем в Карском море благополучно ведут свой промысел норвежские и шведские суда (в 1869—1871 гг. их здесь бывало уже до 70), некоторые же доходят даже до Ямала. Как ни удивительно, но российское правительство такое положение вещей нимало не беспокоит. После кончины Екатерины II нашим Севером, как известно, завладели иностранцы и приложили немало усилий, чтобы уничтожить морскую торговлю, а вместе с ней и мореходство [4]. Таким образом, к середине 19-го столетия и сложилась ситуация, когда очень трудно было найти русского моряка и капитана, имеющего знания и опыт хождения по северным морям. В 1869 г. на закупленном в Кронштадте колесном пароходе «Георгий» Сидоров сам идет на Енисей. Претерпев много приключений, пароход, находившийся уже недалеко от Енисейского залива, принужден был повернуть обратно, так как на просьбу Сидорова — выслать ему лоцмана — местные власти ответили отказом [11].

И только в навигацию 1874 г. совершается, наконец, то, о чем так давно мечтал Сидоров: английский пароход «Диана» под командой английского же капитана Иосифа Виггинса, привлеченного премией Сидорова в 2 тыс. фунтов стерлингов, 15 июня достигает Карских ворот, а 5 августа входит в устье Обской губы. В следующем 1875 г.

Виггинс снова отправляется на Обь на парусном судне, но из-за непогоды доходит только до о.Колгуев и возвращается обратно в Англию. Экспедиция 1876 г. успешно заканчивается в устье р.Курейки, пароход доставляет груз весом 160 т [12]. Успешным был и 1877 год: яхта «Утренняя Заря» благополучно добралась из Енисейска в Петербург, командовал судном Д.И.Шваненберг [13]. Прогрессивная общественность с ликованием встречала «Зарю» в своих портах: Варде, Тромсё, Кристиансанде, Христиании, Гётеборге, Стокгольме и др. «Сердечное поздравление смелому подвигу» высказал в своей телеграмме Н.А.Э.Норденшельд: «Пусть “Заря” рассеет мрак, который препятствовал верному суждению о состоянии судоходства в Сибири» [2]. События следующих лет, среди которых особенно важное место занимает экспедиция Норденшельда (1878—1879) вдоль полярных окраин России, так называемый «Северо-Восточный проход», — стали торжеством идеи Сидорова о реальности морского судоходства между Европой и Азией. Впоследствии он писал: «До открытия морского пути на меня смотрели как на фантазера, который разоряет себя для осуществления своей несбыточной мечты... Я счастлив, что смог оказать посильную услугу моему отечеству» [2].

Но не только морскими, но и сухопутными путями сообщения занимается Сидоров. В 1860 г. Михаил Константинович приглашает на службу господина Золотилова, который с 40 рабочими отправляется в том же году на поиски по всему Уральскому хребту таких проходов, которые не представляли бы затруднений для спуска и подъема. В течение нескольких лет ведутся изыскательские работы, и вот уже дорога длиною в 147—150 верст определена. Оставалось лишь получить разрешение на ее постройку... [4]. Весной 1864 г. доверенный

Кушелевский наметил трассу Обь—Войкар—Милькая—Уса—Печора. По ней на оленьих обозах был переправлен первый груз енисейского графита, привезенного из Турухана через устье Таза, Тазовскую и Обскую губу, Обь и Обдорск. А летом Сидоров сам прошел по Войкару и обнаружил там медные руды и каменный уголь. Был разработан и проект рельсовой дороги от деревень Усть-Шугор и Аранец (на Печоре) к бывшему древнему вогульскому городку Ляпин (Саранпауль) на Сыгве, притоке Оби. Этой дорогой можно было торговать Европе и с Сибирью, и с Азией, а удобство ее заключалось в том, что с обеих сторон были водные подходы. Польза же от нее могла быть огромной. Это сразу поняли печорские крестьяне и граждане, мещане и купцы Тобольска, которые послали Сидорову благодарственные адреса [2]. Казалось бы, столь важное и полезное для всего государства российское предприятие должно встретить только всемерную поддержку и одобрение, притом что никаких финансовых вложений от администрации не требуется. Увы, начатые работы по строительству дороги останавливаются, и более 50 тыс. руб., затраченных Сидоровым, оказываются потраченными впустую. И все же труды Михаила Константиновича не пропадают даром: в 1881 г. его дело продолжает и впоследствии успешно завершает Александр Михайлович Сибиряков (1849—1933) — дорога входит в историю под названием «сибиряковского тракт» [4].

К сожалению, лишь малая толика из всего им задуманного была реализована. Деятельность Сидорова не имела ни поддержки, ни понимания у российских чиновников. На протяжении нескольких десятков лет с поразительной настойчивостью и упорством старался он привлечь внимание правительства России к богатствам и возможностям северных земель, однако не был ус-

лышан. Валентин Пикуль так сказал о Михаиле Константиновиче: «Не его вина, что он обогнал свой век, опередив свое время... По сути дела, рука Сидорова коснулась всего, что мы имеем сейчас на Севере...» [14].

Нельзя «пройти мимо» такой сферы деятельности Сидорова, как участие в выставках: всемирных, российских, частных. С 1860 по 1882 г. их было 25, организация потребовала от него значительных расходов. Была ли в этом необходимость? Вот как он сам отвечает на этот вопрос: «Я старался обратить внимание и русских и иностранцев на богатства нашего Севера; и потому с 1860 г. не пропускал ни одной выставки, несмотря ни на какие затруднения... Я хотел доказать, что из Северной страны наше отечество может извлечь большие выгоды, и это будет содействовать благосостоянию ее жителей. <...> Известно, что я был на них экспонентом не собственных произведений, а северной природы. И потому всегда старался сгруппировать их так, чтобы можно было составить понятие о богатстве страны...» [5].

Собираясь на Лондонскую Всемирную выставку 1862 г., Михаил Константинович ставил задачу «познакомить Европу с естественными произведениями Туруханского и Печорского края». Первый представлял многопудовые глыбы графита с Нижней Тунгуски, каменный уголь, каменную и ключевую соль, железные руды, мамонтовую кость и изделия из нее, шкуры зверей, одежды инородцев, овощи. Из Печорского края была доставлена листовница. Впервые появившаяся тогда в Англии, эта российская древесина была признана до того превосходной, что британское правительство без колебаний закупило «два груза листовничных лесов» для постройки броненосного фрегата «Каледония» [2]. Английские газеты так комментировали впечатления о выставке: «Россия опять нас удивила. В 1851 г. она

щеголяла изделиями из малахита, великолепными дверями и столами, ныне же она поражает огромными кусками графита. Г. Сидоров, выставитель этих кусков графита необыкновенной величины, есть счастливый владлец величайшей и обильнейшей графитной ломки на берегах Енисея в Сибири» [5].

Любопытен и такой факт из жизни Михаила Константиновича. В 1864 г. им была доставлена наследнику цесаревичу Великому князю Николаю Александровичу (1843—1865) глыба графита весом 16 пудов. Вот как он рассказывает об этом: «Поводом к представлению этой глыбы Его Императорскому Высочеству послужила статья С.-Петербургских Ведомостей, в которой было тогда напечатано, что французский подданный Алибер добыл в Иркутской губернии на своем графитном прииске одну глыбу громадной величины, с пуд весом, которую и поднес Императору Наполеону III. Его Величество велел поставить, как первый по величине в мире самородок, в своем кабинете, а Алибера награбил знаком Почетного Легиона, а затем наградили Алибера и Германские владетельные князья, а также и другие государства. При выражении удивления Наследника Цесаревича о такой находке в нашей Сибири флигель-адъютант полковник Н. П. Литвинов сообщил Его Императорскому Высочеству, что в С.-Петербурге, есть и у русского подданного Сидорова самородок Туруханского графита в 35 пуд весом, который только в пути при поднятии на Уральский хребет, расколот на две части. <...> Его Высочество назначил ей место в своем кабинете» [5]. Кроме личной аудиенции с цесаревичем, Сидоров за свой подарок никаких наград удостоен не был.

Коллекции, предназначенные для экспонирования на Парижской Всемирной выставке 1867 г., были предварительно расставлены на квартире Сидо-

рова в Санкт-Петербурге, Сергиевская (ныне улица Чайковского), 18. Квартиру «удостоили своим посещением некоторые из г.г. сенаторов, министров, членов Государственного Совета, генерал-адъютантов, профессоров, академиков и даже Великие Князья Владимир и Алексей Александровичи». Здесь были показаны «образцы всех естественных произведений, начиная от границ Архангельской губернии с Норвегией до Якутской области на протяжении 7000 верст... с подводными растениями и раковинами, скелетами морских зверей и рыб, с образцами лесов... рудами и этнографическими предметами инородцев, кочующих по берегам Ледовитого океана, их одеждами, их богами, деревянными и костяными календарями и пр.» [5].

В 1876 г. на Гагаринской набережной, 16 (ныне наб. Кутузова) была организована выставка тех предметов, которые предназначались для отправки в том же году на Всемирную выставку в Филадельфию. Кроме руд и минералов, рыбы сушеной и соленой, образцов леса и шишек здесь можно было увидеть «манекены северных инородцев, оленей, собак, и езды на них в упряжи и нартах на крайнем Севере. <...> В числе многих посетителей ее удостоили вниманием известные германские ученые зоологи г.г. Брем, Финш и граф Вальбург-Цейль. На ужин поданы были им для оценки свежия рыбы с устьев Енисея и Оби» [5].

Сидоров щедро приносил в дар геологические, зоологические, ботанические, этнографические, антропологические и археологические коллекции российским и иностранным научным обществам, музеям, университетам, школам Москвы, Санкт-Петербурга, Томска, Харькова, Берлина, Вены, Дрездена, Лондона, Хельсинки.

Вот письмо, адресованное заведующему музеем Санкт-Петербургского Горного институ-

та полковнику В.В.Нефедьеву и датированное 31 октября 1867 г., в котором Сидоров пишет: «В последнее заседание Минералогического общества Вы изволили сообщить мне о желании иметь в Музее Горного института образцы финляндского и туруханского графитов из моих приисков. Вследствие чего, препровождаю при сем 8 пудов моих графитов: из них туруханского с р.Курейки две большие глыбы, финляндского из С.Михельской губернии четыре глыбы и из Куопиоской губернии в ящике, в приготовленном и очищенном порошке в арендуемом мной заводе. Этого последнего графита я отправил ныне из окрестностей г.Куопио через Выборг в Пруссию на тигельную фабрику Вьртц и К° (Wirtz & C°.) для делания там тиглей, которые эта компания продает в России. Графит этот, как в Пруссии, так равно и в Лондоне, первую там тигельную фабрикой Crucible Morgan & C°, которая также приготовляет тигли для наших русских заводов, признан не содержащим в себе ни железа, ни серы и ни даже извести, следовательно, на тигли для производства лития стали совершенно пригоден.

Если обозначенные образцы графитов найдены будут достойными к помещению в число коллекций Вашего Музеума, или иного употребления, то я имею честь покорнейше просить принять их в дар...

Ваш покорнейший слуга Михаил Сидоров» [15].

В ответ получал Михаил Константинович исполненные глубокой признательности письма. Так, президент Императорской Санкт-Петербургской академии наук граф Литке в феврале 1867 г. писал Сидорову: «Академия наук с особенным удовольствием получила доставленное Вами собрание образцов графита из разных стран и в том числе из 23 местонахождений, открытых Вами самими в северной России и в Финляндии.

Признавая сие собрание весьма интересным пособием для познания минеральных богатств России, а следовательно и весьма важным обогащением минералогического музея своего, академия поручила мне засвидетельствовать пред Вами искреннюю признательность за принятие ей в дар означенной драгоценной коллекции». Мартом 1880 г. датировано письмо директора Императорского ботанического сада Эдуарда-Августа Регеля: «Считаю долгом выразить Вам, от имени Императорского ботанического сада искреннюю благодарность за принесенные Вами в дар сухие растения с устьев Енисея, Оби и островов Литке и др., которые составляют интересное приращение к имеющимся коллекциям, так как из этих мест Императорский Ботанический Сад до сих пор ничего не имел» [5].

Горный музей Горного института, Императорский университет, Ботанический сад и Зоологический музей Академии наук, Технологический институт, Медико-хирургическая академия, Императорское русское географическое и Минералогическое общества — вот список далеко не всех организаций только в Санкт-Петербурге, куда покорнейше просил «принять в дар» Михаил Константинович свои коллекции.

Вся деятельность Сидорова пронизана благотворительностью: содействие народному образованию, финансовая помощь и организационная поддержка в устройстве и содержании школ и интернатов, помощь нуждающимся, в том числе «бедным студентам и горным служителям» [2], передача своих личных средств в пользу пострадавших от наводнения и ветеранов Крымской войны — всего не перечислить. Более 135 тыс. руб. пожертвовано им различным учебным заведениям в Петербурге, Тобольске, Красноярске, Туруханске. «Он делал благодеяния направо и налево, не замечая какую рукою раздает их,

и крайне конфузился, если кто-нибудь замечал это или благодарил за содеянное. В продолжительную мою жизнь мне не случалось встречать такого человека, одаренного такою сердечностью, поистине евангельской добротой и скромностью. <...> М.К. просто не понимал, как это можно пропустить случай сделать добро, оказать услугу, вывести из беды ближнего и руководствовался убеждением, что человеку даются силы и средства только за тем, чтобы помогать другим» — так пишет о нем современник [4].

Сидоров оставил громадную массу материалов, исследованных и данных о Севере России, напечатанных в Трудах различных ученых обществ и отдельных изданиях, а также в многочисленных (более 300) докладных записках и проектах, пред-

ставлявшихся в разное время административным лицам, учредителям и ученым сообществам. Всю свою жизнь Михаил Константинович «находился в непрерывном движении... и везде и всегда преследовал одну и ту же патристическую задачу: исследовать богатства русской земли и привести их в движение для увеличения силы и могущества России» [4].

Все, о чем мечтал Михаил Константинович и пытался претворить в жизнь, актуально и сегодня в XXI в.: экономическое, промышленное развитие Севера и Сибири — залог стабильности, мощи, единства, благополучия и процветания России. И так же, как и много лет назад, верны его слова: «не легка наша задача, нам предстоит борьба и жестокая борьба. Но я надеюсь, что при усиленном труде мы, если

не одержим победы, то, по крайней мере, не позволим иностранцам подавить нашу промышленность. Без сомнения, чувствуя свою слабость, мы особенно надеемся на содействие нашего правительства» [5].

12 июля 1887 г. Михаил Константинович Сидоров скончался в Германии в городе Аахене, тело его было привезено в Петербург и похоронено на Лазаревском кладбище Александро-Невской лавры.

Закончить этот рассказ хочется строками, прозвучавшими более 120 лет назад: «В нашем обществе так редки примеры увлечения, настойчивости, последовательности в проведении известных идей, что люди, подобные Сидорову, должны возбуждать удивление, имена их должны с благодарностью сохраняться для потомства» [16]. ■

Литература

1. *Аветисов Г.П.* Арктический мемориал. СПб., 2006.
2. *Королев В.Н.* России беспокойный гражданин. Сыктывкар, 1987.
3. *Богданов И.* Неутомимый поборник Севера // Петербургская фамилия: Латкины. СПб., 2002. С.50—104.
4. Памяти Михаила Константиновича Сидорова // Известия Императорского общества для содействия русскому торговому мореходству. Вып. XXI. М., 1889.
5. *Сидоров М.К.* Труды для ознакомления с Севером России. СПб., 1882.
6. *Сидоров М.К.* Север России. СПб., 1870.
7. Горный журнал. 1853. Ч. II. Кн. IV. С. 467—471.
8. *Яхонтов Н.П.* Из истории исследований Сибири // Природа. 1926. № 11—12. С. 22.
9. *Лисичкин С.М.* Очерки по истории развития отечественной нефтяной промышленности. Дореволюционный период. М.; Л., 1954.
10. *Сидоров М.К.* О нефти на Севере России. СПб., 1882.
11. *Островский Б.Г.* Адольф Эрик Норденшельд. Архангельск, 1937.
12. *Дитмар Б.П.* // Землеведение. 1936. Т. XXXVIII. Вып. 1. С. 127—134.
13. О плавании яхты «Утренняя Заря» из Енисея через Карское море и Северный океан до Петербурга. СПб., 1878.
14. *Пикуль В.С.* Михаил Константинович Сидоров // Из старой шкатулки. Л., 1976.
15. *Fainstein L.A., Golynskaya O.A.* // Mineralogical Collections of Russia. 2000. V. 2. Part I. P. 30—35.
16. Новое время. СПб. 19 (31) июля 1887. № 4089. С. 1.

Правила для авторов

Журнал «Природа» публикует работы по всем разделам естествознания: результаты оригинальных экспериментальных исследований; проблемные и обзорные статьи; научные сообщения и краткие рефераты наиболее примечательных статей из научных журналов мира; рецензии; персоналии; материалы и документы по истории естественных наук. Поскольку статьи адресуются неспециалистам, желаям знать, что происходит в смежных областях науки, суть проблемы необходимо излагать ясно и просто, избегая узкопрофессиональных терминов и математически сложных выражений. Авторами могут быть специалисты, работающие в том направлении, тема которого раскрывается в статье. Без предварительной апробации научным сообществом статьи не принимаются, а принятые к публикации в «Природе» рецензируют-

ся и проходят редакционную подготовку.

Допустимый объем статьи — до 30 тыс. знаков (с пробелами). В редакцию статьи можно прислать по электронной почте прикрепленными файлами или на любом из следующих носителей: компакт-дисках CD-R или CD-RW; дисках DVD+R или DVD+RW; дисках Zip 100 Mb; на устройствах, поддерживающих USB. Для сжатых файлов необходимо представить свой архиватор. Самораспаковывающиеся архивированные файлы не принимаются.

Текст статьи, внутри которого библиографические ссылки нумеруются по мере цитирования, аннотация (на русском и английском языках), таблицы, список литературы и подписи к иллюстрациям оформляются одним файлом в формате MS с расширением doc, txt или rtf. Иллюстрации присылаются отдельными файлами. Если пере-

сылаемый материал велик по объему, следует архивировать его в формат ZIP или RAR.

Принимаются растровые изображения в форматах: EPS или TIFF — без LZW-компрессии. Цветные и полутоновые изображения должны иметь разрешение не ниже 300 dpi, черно-белые (B/W, Bitmap) — не менее 800 dpi. Принимаются векторные изображения в формате COREL DRAW CDR (версии 9.0–11.0) и Adobe Illustrator EPS (версий 5.0–8.0).

Редакция высылает автору статью для согласования только в виде корректуры. Все авторские исправления необходимо выделять цветом, курсивом, полужирным шрифтом и т.д. и не трогать формулы и специальные символы (греческие буквы, математические знаки и т.п.), в которых ошибки не допущены.

Поступление статьи в редакцию подтверждает полное согласие автора с правилами журнала.

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы
О.О.АСТАХОВА
Л.П.БЕЛЯНОВА
Е.Е.БУШУЕВА
М.Ю.ЗУБРЕВА
Г.В.КОРОТКЕВИЧ
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
Н.В.УСПЕНСКАЯ
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор
С.В.ЧУДОВ

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:
С.В.ЧУДОВ

Набор:
Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:
В.А.ЕРМОЛАЕВА
М.В.КУТКИНА

Графика, верстка:
А.В.АЛЕКСАНДРОВА

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:
Российская академия наук,
президиум
Адрес издателя: 117997,
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119049,
Москва, Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-24-56
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 13.05.2008
Формат 60×88 1/8
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 245
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»
Академиздатцентра «Наука» РАН,
121099, Москва, Шубинский пер., 6