

# ПРИРОДА

6 10



**В НОМЕРЕ:****3 Болдырева Е.В.****Молекулы под нагрузкой**

Исследования при высоких давлениях открыли химикам новые горизонты для изучения химических связей и использования необычных состояний элементов, чтобы осуществлять казавшиеся невозможными превращения.

**13 Брагина Е.В., Беме И.Р.****Вокализация животных — почему птицы поют дуэтом?**

Петь вместе умеют многие животные, однако по красоте пения и богатству звуков никакие лягушки или обезьяны не сравнятся с птицами. Для чего им это нужно, какие преимущества получают исполнители дуэта, трио или хора?

**19 Войтеховский Ю.Л.****Доступно и точно о принципе диссимметрии Кюри**

Принцип диссимметрии Кюри координирует внутреннее стремление эволюционирующего объекта и ограничения вмещающей среды. Он имеет всеобщий характер и применим к минеральным и живым объектам.

**24 Дробышевский С.В.****«Достающее звено»**

Поиски промежуточной формы между человеком и обезьяной начались еще после первой публикации книги Ч.Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора». Сегодня можно считать, что это «недостающее звено» найдено в Эфиопии.

**30 Карпюк С.Г.****Климат и цивилизация: пример Древней Греции**

Широко обсуждаемый феномен глобального потепления вызвал рост интереса к истории климата, в том числе древнегреческой цивилизации.

**37 Степанова В.В.****Природный парк «Ленские столбы»****Научные сообщения****43 Мельников И.А., Зезина О.Н.****Донные животные на льду центральной Арктики****Вести из экспедиций****48 Соколова Л.А.****Раскопки Бейского кургана в Хакасии****Из редакционной почты****52 Яснецкий Г.Н.****Бюрократический экоцид, или Ликвидация леопарда****55 ЛОВЕЦ КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ**

К 100-летию со дня рождения С.Н.Вернова

**Веселовский И.С.****Среда, в которой «обитает» Земля (56)**

Вернова Е.С., Вернов Ю.С., Мнацаканова М.Н.

**Семейные воспоминания (67)****О чем писала «Природа»****75 Ющенко А.И.****Сущность душевных болезней****81 Новости науки**

В Дубне синтезирован элемент №117! **Попеко А.Г. (81)**. Как рождаются массивные звезды. **Вибе Д.З. (83)**. Ридберговские молекулы (84). Тогда погибли не только динозавры. **Бараш М.С. (84)**. Возраст кратера Чиксулуб: новые данные (86). Митохондриальный геном гоминина из Южной Сибири. **Медникова М.Б. (86)**. Редкое явление природы на Европейском Севере России. **Шевченко В.П., Коробов В.Б. (87)**.

**Рецензии****88 Малахов В.В.****Путешествие в прошлое или пролог к будущему?**

(на кн.: Е.И.Каликинская. Страна ББС)

**91 Новые книги****В конце номера****93 Шатко В.Г.****В тени аллей живут воспоминанья**

## CONTENTS:

### 3 **Boldyreva E.V.** **Molecules Under Stress**

*High pressures studies opened to chemists new perspectives for investigation linkages and using uncommon states of elements for performing conversions that previously seemed impossible.*

### 13 **Bragina E.V., Beme I.R.** **Vocalization of Animals: Why Birds Sing in Duets**

*Many animals can sing in chorus, but neither frogs nor monkeys can compare to birds in beauty of songs and richness of sound. What for they need this and what advantages get performers of duets, trio or choruses?*

### 19 **Voitechovsky Yu.L.** **Simply and Accurate about Curie Dissymmetry Principle**

*Curie dissymmetry principle coordinates inherent strivings of evolving object and limitations of its surroundings. It is universal in scope and applicable to both mineral and living bodies.*

### 24 **Drobyshevsky S.V.** **«Non-missing link»**

*Search for a form intermediate between humans and apes began immediately after the first publication of Ch. Darwin's «Origin of Species by Means of Natural Selection». Now one might say that this «missing link» is found in Ethiopia.*

### 30 **Karpyuk S.G.** **Climate and Civilization: An Example of Ancient Greece**

*Widely disputed phenomenon of global warming caused increased interest in climate history, including its impact on ancient Greek civilisation*

### 37 **Stepanova V.V.** **Natural Reserve «Lenskies Stolby»**

## Scientific Communications

### 43 **Melnikov I.A., Zezina O.N.** **Benthic Animals on Ice of Central Arctic**

## Notes from Expeditions

### 48 **Sokolova L.A.** **Excavations of Beisk Burial Mound in Khakassia**

## From Letters to Editor

### 52 **Yasnetsky G.N.** **Bureaucratic Ecocide, or Liquidation of Leopard**

### 55 **COSMIC PARTICLES HUNTER** To Centenary of S.N.Vernov **Veselovsky I.S.** **Surroundings in Which the Earth «Lives» (56)**

### **Vernova E.S., Vernov Yu.S., Mnatsakanova M.N.** **Family Memoirs (67)**

## What «Priroda» Wrote About

### 75 **Yushchenko A.I.** **Nature of Mental Diseases**

### 81 **Science News**

Element №117 Synthesized in Dubna! **Popeko A.G.** (81). How Massive Stars Are Born. **Wiebe D.Z.** (83). Rydberg Molecules (84). Not Only Dinosaurs Perished Then. **Barash M.S.** (84). Chicxulub Crater Age: New Data (86). Mitochondrial Genome of Hominin from Southern Siberia. **Mednikova M.B.** (86). Rare Natural Phenomenon in Russian European North. **Shevchenko V.P., Korobov V.B.** (87).

## Book Reviews

### 88 **Malakhov V.V.** **Journey into the Past or Prologue to the Future** (on a book: E.I.Kalikinskaya. The Country BBS)

### 91 **New Books**

## In The End Of The Issue

### 93 **Shatko V.G.** **Memories Live in the Shadows of the Park Alleys**



# Молекулы под нагрузкой

Е.В.Болдырева

## Давление способно творить чудеса

Традиционно область высоких давлений была сферией физиков и геологов. Первых привлекала возможность «испытать вещества» в экстремальных условиях, в которых у них могут появиться необычные свойства. Например, при высоком давлении неметаллы превращаются в металлы (и наоборот), кардинально изменяются электрические, магнитные, оптические свойства. Вторых интересовало, какие процессы протекают в веществах в условиях, приближенных к тем, в которых они находятся в природе, в недрах Земли и других планет, как образуются минералы, как геохимические реакции приводят к глобальным геологическим процессам. Одной из частных, но очень заманчивых задач был синтез алмазов при высоких давлениях.

Появление во второй половине 40-х годов прошлого века принципиально новых устройств для создания высоких давлений в лабораторных условиях — ячеек с алмазными наковальнями — произвело настоящую революцию в экспериментальной технике. Миниатюрные устройства, массой всего 10–30 г (рис.1), позволяют легко создавать давления до миллиона атмосфер, при этом работа не требует заметных физических усилий. Давление в такой ячейке создается за счет сближения двух давящих поверхностей — строго парал-



*Елена Владимировна Болдырева, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, заведует кафедрой химии твердого тела Новосибирского государственного университета. Лауреат премии Европейского общества прикладной физической химии, член Исполкома Всемирного союза кристаллографов. Научные интересы связаны с применением высоких давлений для исследования молекулярных кристаллов.*

лельных граней двух алмазов, между которыми зажата металлическая прокладка с отверстием, заполненным жидкостью или газом, где находятся калибратор давления (чаще всего это крохотный рубин) и исследуемый образец. Жидкость или газ очень важны — без них сжатие стало бы одноосным, причем неоднородным по образцу. Благодаря прозрачности алмаза для ИК-излучения, видимого и УФ-света, рентгеновских лучей и нейтронов появилась возможность изучать колебательные спектры и кристаллические структуры веществ, а также наблюдать за их превращениями непосредственно в условиях высоких давлений. В устройстве можно нагревать вещество до 700°C либо охлаждать его вплоть до температур жидкого гелия. Неудивительно, что открывшиеся возможности резко повысили интерес к исследованию веществ в экстремальных условиях, становившихся от эксперимента к эксперименту все более экстремальными.

Первые эксперименты по влиянию давления на химические и биологические объекты были проведены еще в начале прошлого века, тогда же, когда начинались исследования минералов. Например, денатурация куриного белка при повышении давления была обнаружена около века тому назад. На фоне захватывающих дух успехов физиков и геологов достижения химиков и биологов первоначально выглядели гораздо скромнее, но это была лишь «проба сил». По-настоящему бурно химия и биология высоких давлений начали развиваться сравнительно недавно.

Для химиков высокие давления — инструмент для синтеза новых соединений и кристаллизации уже известных, но в виде иных полиморфных модификаций, т.е. новых трехмерных кристаллических структур. Кроме того, высокие давления позволяют изучать природу химических связей и межмолекулярных взаимодействий, «гибкость» молекул, механизмы химических реакций, в том числе и тех,

© Болдырева Е.В., 2010



Рис.1. Современная ячейка с алмазными наковальнями для создания высоких давлений, закрепленная на стандартной гониометрической головке дифрактометра.

которые вызываются не давлением, а изменением температуры или облучением светом.

Давление способно творить чудеса. Так, молекулярный углекислый газ  $\text{CO}_2$  при высоком давлении превращается в кристалл с трехмерной каркасной структурой (как у кристобалита,  $\text{SiO}_2$ ), в которой углерод приобретает тетраэдрическую координацию атомами кислорода и все тетраэдры в структуре связаны через вершины. Элементарный кремний, Si, по мере повышения давления последовательно проходит серию превращений через ряд промежуточных фаз из ковалентного кристалла с алмазной структурой, в которой кремний тетраэдрически координирован, в гранцентрированную кубическую структуру (как у меди), где каждый атом кремния окружен двенадцатью эквивалентными «соседями». Высокие давления «проявляют» роль  $d$ -электронов в образовании химических связей в кристаллах щелочных и щелочноземельных металлов и позволяют получать «привычные» металлы в совершенно необычных состояниях — например, натрий становится прозрачным и ведет себя как диэлектрик. Исследования при высоких давлениях, без преувеличения, открыли химикам новые горизонты для изучения химических связей и использования новых, необычных, состояний элементов, чтобы осуществ-

лять казавшиеся ранее невозможными превращения, скажем синтезировать неуловимый AuF в виде кристаллической фазы.

От величины давления зависит, какие именно химические связи окажутся затронутыми. Так, при давлениях ниже 10 ГПа ( $10^5$  атм) работа  $PV$  сопоставима с характерными энергиями водородных связей и ван-дер-ваальсовых взаимодействий, а давление свыше 100 ГПа уже достаточно для того, чтобы разорвать ковалентную связь. При сверхвысоких давлениях порядка 1000 ГПа стираются различия между щелочными металлами и переходными.

Неудивительно, что наиболее интересными многим представляются именно очень высокие давления, когда изменения свойств элементов и связей столь велики. Но не всегда для достижения результата необходимо весьма большое усилие. В окружающем нас мире, часть которого составляет и мы сами, огромную роль играют относительно слабые химические взаимодействия — как раз те водородные связи и ван-дер-ваальсовы взаимодействия, которые «чутко реагируют» уже на очень небольшие изменения внешних условий: температуры, pH и даже на небольшое повышение давления. В молекулярных кристаллах, биологических объектах и других супрамолекулярных системах интересные изменения происходят уже при давлениях в тысячи, а то и всего в сотни атмосфер. Исследуя влияние давления\* на эти объекты, можно лучше понять роль водородных связей в формировании и функционировании таких систем. А это важно, в частности, для создания молекулярных материалов, а также для фармации и биологии.

Среди применений высоких давлений в биологии — исследование динамики биополимеров и факторов, отвечающих за их вторичную и третичную структуры, за их изменения при внешних воздействиях, генетических заболеваниях и в ходе биохимических процессов. Эксперименты при высоких давлениях помогают понять, что позволяет целому ряду организмов (пезофилов) выжить в глубинах Мирового океана; какие процессы происходят при взаимодействии рецептор—субстрат в живой клетке; как работают мышцы и передаются нервные импульсы; за счет чего так прочны природные волокна (нити паутины и шелка) и как создать искусственные полимерные волокна, по прочности не уступающие природным. Высокие давления все шире используются как альтернатива термической обработке в пищевой промышленности для дезактивации патогенных микроорганизмов. Устойчивость к действию высоких давлений связана с проблемой происхождения жизни и возможности «импорта жиз-

\* О влиянии давления написано несколько обзорных работ, в которых заинтересованный читатель может найти библиографию. См., например: *Болдырева Е.В.* Высокие давления и супрамолекулярные системы // Изв. РАН Сер. хим. наук. 2004. Т.53. №7. С.1315—1324.

ни» на Землю извне, так как последний неизбежно сопряжен с большими перегрузками.

## Молекулярные кристаллы и кристаллизация под давлением

Кристалл — это «ансамбль» атомов, которому присуща трансляционная симметрия. Другими словами, это совокупность атомов, периодически повторяющихся в пространстве и образующих трехмерную регулярную структуру. В таких кристаллах, как поваренная соль или алмаз, все химические связи равноценны и нельзя выделить фрагменты, внутри которых атомы связаны сильнее, чем с окружением. Весь кристалл можно рассматривать как одну большую молекулу. Гораздо чаще в кристаллах сосуществуют разные типы связей. К числу подобных кристаллов относятся и молекулярные. В них связи между отдельными молекулами слабее, чем внутри молекул. В таких кристаллах молекулы не утрачивают свою «индивидуальность», изменяется лишь их строение и поведение в соответствии с включенностью в состав некоторого «коллектива». Несмотря на относительную слабость межмолекулярных взаимодействий, именно они определяют разнообразие трехмерных структур, которые можно построить из одних и тех же «кирпичиков»-молекул, а также химические и физические свойства молекулярных кристаллов. Последние применяются в электронике, фармацевтике, а также как биомиметики, т.е. системы, имитирующие строение и функции отдельных фрагментов биополимеров и биохимических процессов.

Те вещества, что при нормальных условиях представляют собой жидкости или газы, могут кристаллизоваться, если взаимодействия между молекулами усиливаются. Достичь этого можно либо понижением температуры (кристаллизация при замораживании), либо повышением давления (кристаллизация при сжатии). Часто кристаллические структуры при замораживании и при сжатии получаются разные. Один из ярких примеров — вода. Лед, образующийся при замораживании, имеет ажурную структуру, и поэтому его плотность меньше, чем у жидкой воды. По мере повышения давления атомы водорода становятся все более «общими» — структура уже не содержит индивидуальных молекул воды, связанных между собой водородными связями, но представляет собой кислородный каркас, внутри которого распределяются «обобществленные» атомы водорода.

Многие другие вещества, жидкие в нормальных условиях, дают разные структуры, в зависимости от того, чем вызвана кристаллизация — охлаждением или сжатием. Это, например, бензол, уксусная кислота, метанол и этанол, фенол, серная кислота, ацетон и многие, многие другие. Сравнение структур, образующихся при замерза-

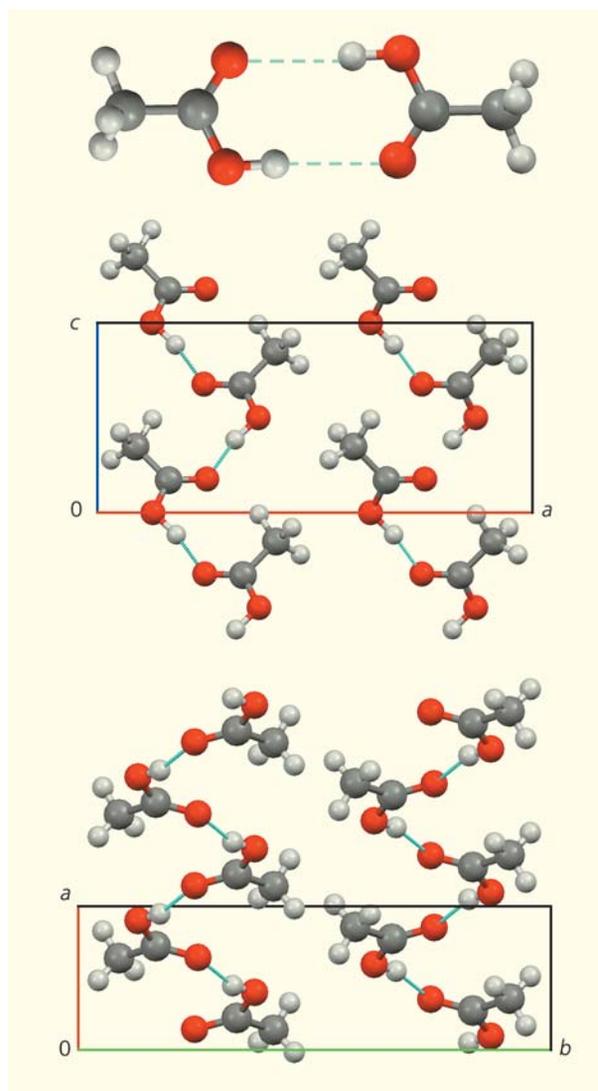


Рис.2. Димер уксусной кислоты (вверху) и бесконечные цепочки ее молекул в кристалле, полученном при охлаждении жидкости (в середине) и выросшем при повышенном давлении. Обозначения атомов стандартные: красные кружки — кислород, серые — углерод, белые — водород. Здесь и далее пунктиром указаны водородные связи; прямоугольниками очерчены элементарные ячейки кристаллических структур.

нии и при сжатии жидкостей, позволяет лучше понять роль различных типов межмолекулярных взаимодействий в формировании кристаллов. При кристаллизации часто проявляется значение кооперативных взаимодействий. Так, в кристаллах уксусной кислоты молекулы образуют бесконечные цепочки, а не димеры, как в газовой или жидкой фазах (рис.2). Энергия индивидуальных водородных связей при этом проигрывается, а энергия всего ансамбля как целого — выигрывается. «Интересы коллектива» подчиняют себе «интересы индивидуумов».

Для выращивания монокристаллов из жидкостей при низких температурах обычно используют следующий прием: сначала охлаждением получают поликристаллический образец, затем осторожно повышают температуру до растворения всех кристалликов, кроме одного, а потом снова охлаждают образец, давая вырасти этому единственному кристаллику. Аналогичный метод применяют и при кристаллизации в условиях высоких давлений. Сначала жидкость сжимают так, что образуется несколько кристалликов фазы высокого давления. Затем возможны два варианта: «лишние» кристаллики растворяют либо осторожным нагреванием, либо очень осторожным снижением давления. Очень интересно, что структуры кристаллов, образующихся в результате применения этих двух способов достижения одних и тех же температуры и давления, часто различаются. Это свидетельствует о том, что далеко не всегда кристаллизация дает термодинамически стабильную фазу. Образование наблюдаемых структур часто есть следствие того, что именно эти структуры быстрее кристаллизуются, например, из-за уже имеющихся в растворе их «заготовок». Таким образом, изучение кристаллизации при высоких давлениях — не только путь к новым фазам, но и инструмент изучения механизмов кристаллизации вообще.

Высокие давления можно использовать и для получения кристаллов веществ, при нормальных условиях жидких, и для перекристаллизации соединений, в нормальных условиях твердых. Если растворить твердое вещество в жидкости, а затем сжать раствор, то во многих случаях по мере повышения давления растворимость будет уменьшаться и начнется кристаллизация. Таким способом нередко удается получать кристаллические структуры, новые по сравнению с теми, что образуются при нормальном давлении. Некоторые из фаз высокого давления можно сохранить и после снятия нагрузки (такой процесс называют закалкой). Это не просто интересно, но находит применение, к примеру, при разработке новых лекарственных форм. Так, при сосуществовании в нормальных условиях нескольких полиморфных модификаций вещества, часто ту из них, что имеет большую плотность, можно получить, притом с хорошим выходом, если проводить кристаллизацию при высоком давлении. Так были получены фазы высокого давления парацетамола и пиратацетама, кристаллизация которых в нормальных условиях очень капризна и не всегда воспроизводима.

### Влияние давления на геометрию молекул и водородные связи

Современные дифракционные методы позволяют даже в структурах кристаллов, находящихся под высоким давлением, определять межатомные расстояния с высокой точностью, не хуже  $10^{-4}$  нм.

Это дает возможность выявлять очень тонкие эффекты: измерять сжимаемость отдельных связей; устанавливать корреляции между изменением конформации молекул и их упаковкой в кристалле и даже проследить структурные перестройки, предшествующие химическим реакциям. Рассмотрим несколько примеров.

В кристаллах нитропентааммиакатов кобальта(III),  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ -лиганды каждого комплексного катиона связаны с  $\text{NO}_2$ -лигандами соседних катионов  $\text{NH}\dots\text{O}$  водородными связями. При гидростатическом сжатии эти связи сокращаются неодинаково, так, что изменяется взаимодействие комплексного катиона с соседями, а нитролиганд слегка поворачивается (рис.3). Изменения внутри- и межмолекулярной геометрии обеспечивают сильную анизотропию (зависимость от направления в кристалле) сжатия структуры под давлением. Кроме того, они обуславливают влияние давления на реакцию нитро-нитритосвязевой изомеризации, в ходе которой нитролиганд изменяет свою координацию к кобальту с азота на кислород.

В кристаллах моноклинной модификации парацетамола молекулы при повышении давления становятся все более плоскими. Водородные же связи  $\text{NH}\dots\text{O}$  и  $\text{OH}\dots\text{O}$ , соединяющие молекулы в структуре в бесконечные цепочки и далее — в гофрированные слои, сжимаются. В результате структура сжимается в одних и растягивается в других направлениях. Несмотря на то что относительные изменения расстояний  $\text{N}-\text{O}$  и  $\text{O}-\text{O}$  в водородных связях практически совпадают, колебательные частоты  $\nu_{\text{NH}}$  и  $\nu_{\text{OH}}$  валентных колебаний смещаются при повышении давления в разные части спектра:  $\nu_{\text{NH}}$  — в низкочастотную, а  $\nu_{\text{OH}}$  — в высокочастотную. Первое смещение и следует ожидать при упрочнении  $\text{NH}\dots\text{O}$  межмолекулярной водородной связи, но второе необычно, оно может быть объяснено, если учесть, что  $\text{OH}$ -группа одновременно и донор протона в  $\text{OH}\dots\text{O}$  водородной связи, и акцептор протона в  $\text{NH}\dots\text{O}$  связи.

Иногда молекулы в кристаллах не изменяют форму, но поворачиваются, обеспечивая тем самым более эффективную кристаллическую упаковку. Так, в кристалле оксалата натрия при повышении давления до 3.8 ГПа все оксалат-ионы поворачиваются в структуре примерно на  $15^\circ$ , и этот кооперативный процесс сопровождается также перемещениями катионов натрия. Пространственная группа симметрии,  $P2_1/c$ , при этом сохраняется, однако скачком изменяется молярный объем (рис.4).

Нередко изменения в структуре, вызываемые давлением, могут рассматриваться как «предшественники» и «предвестники» последующих химических превращений. Так, полимеризации сероуглерода,  $\text{CS}_2$ , предшествуют удлинение ковалентной  $\text{C}=\text{S}$  связи и сокращение межмолекулярных контактов  $\text{S}\dots\text{S}$  и  $\text{C}\dots\text{S}$ . Детальный анализ искаже-

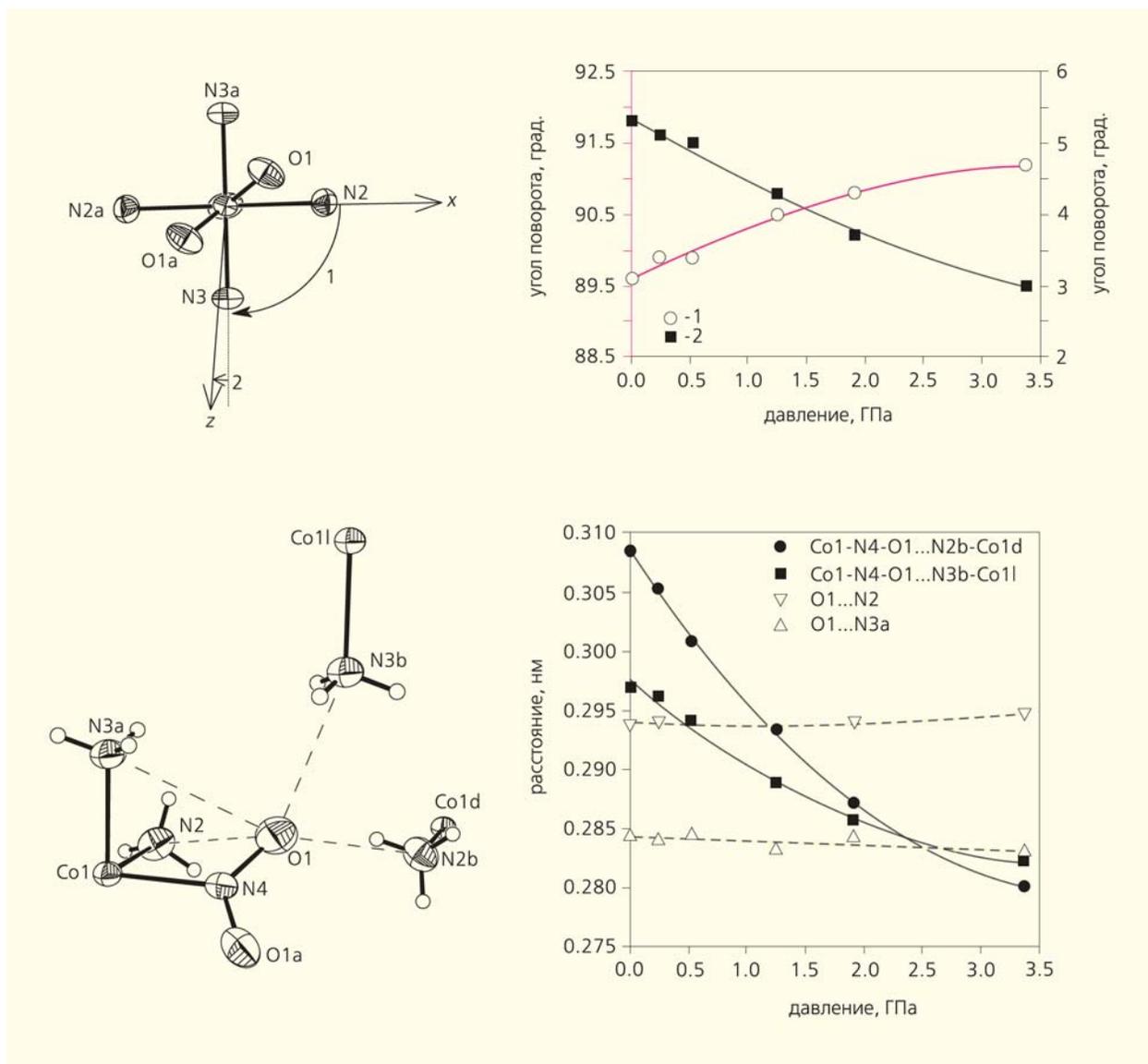


Рис.3. Изменения внутримолекулярной геометрии (вверху) и сжатие межмолекулярных водородных  $\text{NH}\dots\text{O}$  связей в кристалле пентааммиаката кобальта,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ , при высоком гидростатическом давлении. При повышении давления все водородные связи, которые образуют с кристаллическим окружением  $\text{NH}_3$ - и  $\text{NO}_2$ -лиганды, сжимаются по-разному и комплексные катионы поворачиваются относительно кристаллографических осей. Углы 1 и 2 характеризуют этот поворот; их изменения при росте давления показаны справа вверху. Цифры и строчные буквы рядом с символом элемента — это своеобразные «коды», позволяющие отличить один атом от другого. Сжимаемость двух кристаллографически неэквивалентных типов  $\text{NH}\dots\text{O}$  водородных связей в структуре различна: более длинная связь сжимается сильнее, так что по достижении определенного давления длины двух типов связей выравниваются, а затем их соотношение инвертируется. Для сравнения на графике приведены расстояния N-O внутри комплексного катиона.

ния кристаллической структуры по мере повышения давления позволяет выявить возможные маршруты реакции. При высоком давлении из-за стремления кристаллической структуры оптимизировать межмолекулярные контакты, чтобы увеличить плотность упаковки молекул, могут возникать такие их конформации, которые явно невыгодны для изолированных молекул. Пример то-

му — заслоненная конформация в димерах карбониллов металлов,  $\text{Co}_2(\text{CO})_6(\text{XPh}_3)_2$  ( $\text{X} = \text{P}, \text{As}$ ), с удлиненным расстоянием между атомами металла. Можно предположить, что такая конформация, возникающая в ходе вызванного давлением фазового перехода, предшествует разрыву связи металл-металл при еще более высоком давлении, однако эта гипотеза требует экспериментальной

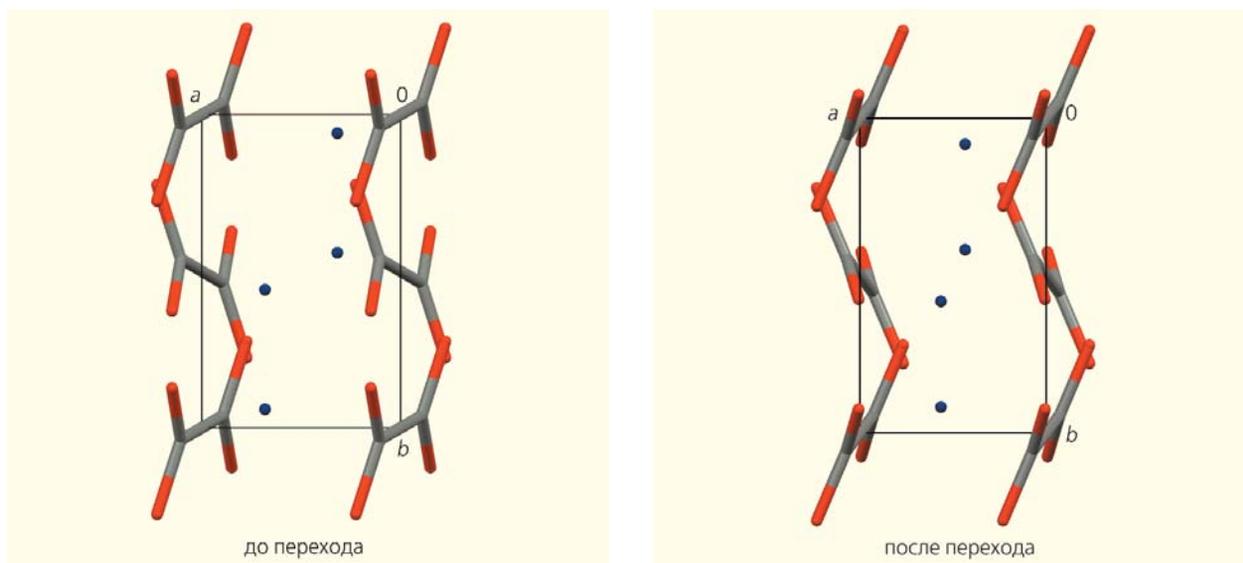


Рис.4. Изменения в кристаллической структуре оксалата натрия в результате фазового перехода при 3.8 ГПа.

проверки. Наконец, высокое давление может привести к переносу протона от более сильной кислоты к более слабой, как это происходит в кристалле дигидрата щавелевой кислоты,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . По мере возрастания давления протон все более смещается вдоль водородной связи  $\text{OH}\dots\text{O}$  от молекулы щавелевой кислоты к молекуле воды. В результате при 5 ГПа оксалат-ион становится полностью ионизованным и длины связей  $\text{C}-\text{O}$  в нем выравниваются. Перенос протона играет важную роль при твердофазном механохимическом синтезе оксалатов аминокислот из дигидрата щавелевой кислоты и кристаллических аминокислот. В ходе синтеза формируются кристаллы, построенные из протонированных по карбоксильной группе цвиттер-ионных аминокислотных катионов и полностью депротонированных оксалат-анионов.

### Полиморфные превращения фармацевтических препаратов

Исследования молекулярных кристаллов в условиях высоких давлений представляют особый интерес, если рассматриваемые вещества находят применение в фармации. Прежде чем стать твердыми лекарственными формами, такие вещества многократно подвергаются механическому воздействию на разных этапах технологической цепочки, в частности при измельчении, смешивании со вспомогательными ингредиентами, при таблетировании. Нередко в ходе таких процедур происходят нежелательные полиморфные превращения, из-за которых, даже если они протекают обратимо, в образце остаются небольшие примеси фаз иных полиморфных модификаций.

А это может отрицательно сказаться на хранении препаратов, так как даже небольшая примесь способна служить центром, на котором инициируется полиморфное превращение. В других случаях, напротив, механическое воздействие применяют специально для того, чтобы вызвать фазовый переход и получить новую, более активную форму препарата. Способов механического воздействия очень много: раскалывание, растирание, ударная нагрузка, давление в сочетании со сдвиговой деформацией, одноосное сжатие и, наконец, гидростатическое давление. Результаты разных видов механического воздействия на одно и то же вещество зачастую принципиально различны. Так например, гидростатическое сжатие вызывает переход моноклинной полиморфной модификации парацетамола в ромбическую, а растирание в ступке приводит к обратному переходу. Такое поведение — скорее правило, чем исключение. При растирании часто образуются высокотемпературные фазы, а не фазы высокого давления, предположительно из-за локального разогрева образца или, возможно, из-за того, что происходит также деформация сдвига. Выяснить причину различий можно, сопоставив результаты растирания при разных температурах — от комнатной до температуры жидкого азота, 77 К ( $-196^\circ\text{C}$ ). Иногда образец устойчив к растиранию, но претерпевает полиморфное превращение (или серию превращений) при гидростатическом нагружении. В этом случае давление можно использовать для получения новых полиморфных модификаций лекарственных веществ, иными методами не образующихся.

Особо стоит остановиться на возможной роли жидкостей в протекании полиморфных превращений в молекулярных кристаллах, подвергнутых

механическому воздействию. Жидкость или газ неизбежно находятся в контакте с исследуемым твердым образцом при гидростатическом нагружении — иначе просто не обеспечить гидростатичность. Выбор жидкости очень важен, даже если вещество в ней мало растворимо. От этого выбора могут зависеть направление полиморфного превращения и сама его возможность. Так, ромбическая модификация  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{I}_2$  необратимо переходит в моноклинную (псевдотетрагональную) в смеси метанола с этанолом, но во фторуглеродной жидкости никакого фазового перехода нет. Жидкости сильно влияют на полиморфные превращения при гидростатическом нагружении, например, антидиабетического препарата хлорпропамида. Присутствие жидкости в порошкообразном образце, скажем, в индометацине, сильно сказывается на его полиморфных превращениях при таблетировании. Жидкость, пусть в ничтожном количестве, обычно необходима и для так называемого сухого механохимического синтеза при совместной механической обработке двух или более твердых фаз. Механизмы влияния жидкости на полиморфные превращения, вызываемые механическим воздействием вообще и гидростатическим давлением в частности, остаются малоисследованными. Ясно, что их надо искать, сопоставляя наблюдаемые явления с другими, известными из смежных разделов химии. К числу таких явлений относятся, в частности, полиморфные превращения, индуцированные растворителем, в ходе которых кристалл какой-либо модификации перекристаллизуется в иную фазу, словно вырастающую из него. Другая группа известных явлений связана с областью физико-химической механики, эффектом Ребиндера: смачивание жидкостью поверхности твердого тела резко изменяет его механические свойства. Оно становится гораздо более пластичным или хрупким из-за взаимодействия жидкости со всей поверхностью или с выходящими на нее протяженными дефектами.

### Поведение кристаллов аминокислот

Аминокислоты — малые органические молекулы, «строительные кирпичики» таких важнейших биополимеров, как полипептиды и белки. Эти молекулы способны образовывать кристаллические структуры, которые могут служить удобными моделями, связывающими физику, химию, биологию и технику. Кристаллы многих аминокислот обладают пьезоэлектрическими или нелинейными оптическими свойствами. Аминокислоты применяются как лекарственные средства или биологически активные добавки.

Кристаллы аминокислот содержат в качестве строительных единиц цепочки «голова к хвосту» (рис.5). Молекулы в них связаны водородными

связями, но цепочки остаются очень устойчивыми к разным внешним воздействиям и длительное время сохраняются даже после растворения кристаллов. Цепочки можно рассматривать как простейшие модели биополимеров — пептидов, в которых за счет отщепления молекул воды образовались пептидные C-N связи. Ряд исследователей полагает, что склонность к образованию полимерных цепочек из одного только типа аминокислот имеет прямое отношение к проблеме происхождения жизни. Полиаминокислотные цепочки, построенные из повторяющихся блоков нескольких аминокислот — основа природных полимеров (нитей паутины, шелка) и искусственных (найлона). Исследования при высоких давлениях позволяют измерить количественно жесткость и прочность цепочек, состоящих из разных аминокислот, а также образуемых этими цепочками слоев и трехмерных сеток. Далее можно использовать эти результаты для того, чтобы лучше понять динамику участков биополимеров с разной

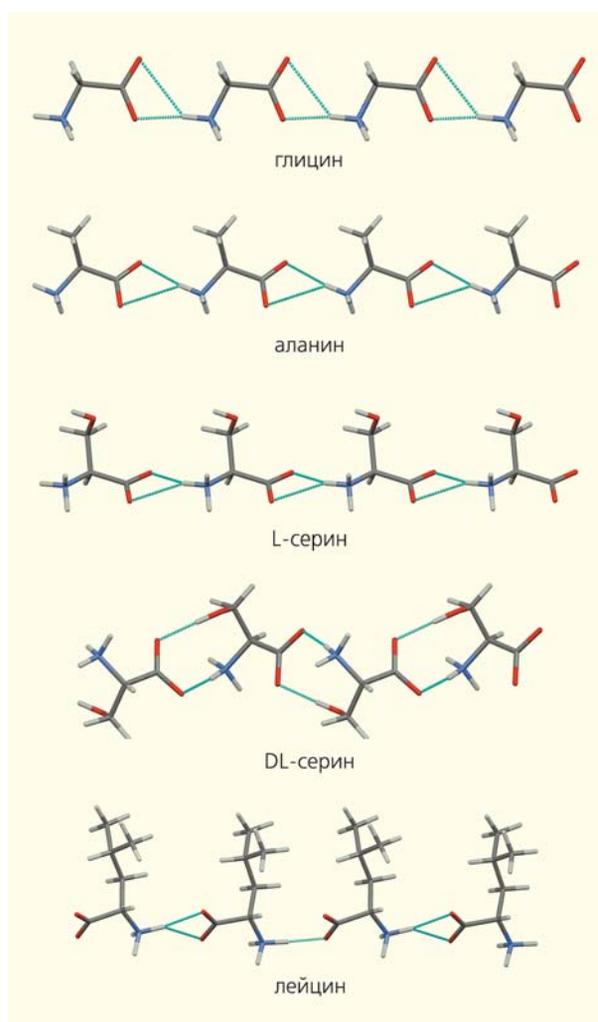


Рис.5. Примеры цепочек «голова к хвосту» в кристаллах аминокислот.

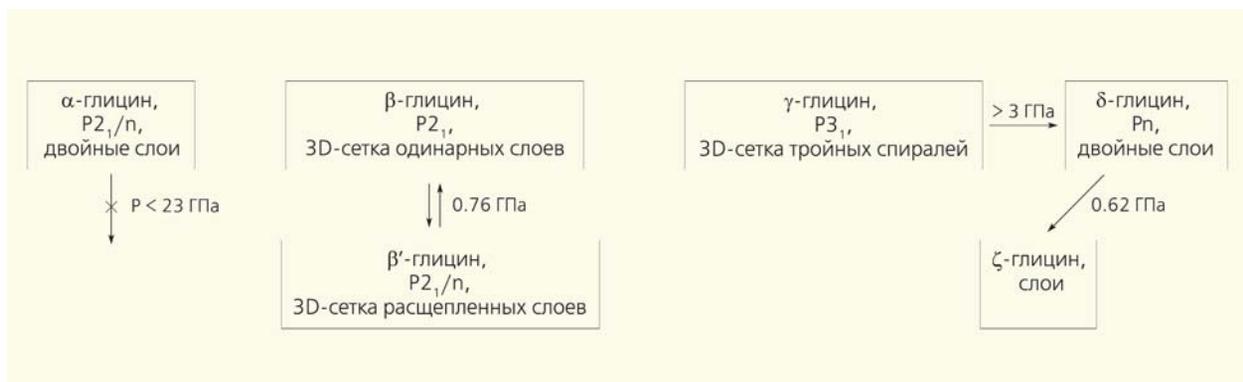


Рис.6. Схема фазовых переходов между полиморфными модификациями глицина, вызываемых изменением давления.

вторичной структурой или чтобы научиться регулировать свойства синтетических полимеров.

Действие давления на разные полиморфные модификации одного и того же соединения бывает неодинаковым. Так, например, простейшая аминокислота глицин,  ${}^+\text{NH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^-$ , при нормальных условиях может кристаллизоваться в виде трех полиморфных модификаций, названных α-, β-, γ- формами. Все они содержат цепочки «голова к хвосту» связанных водородными связями цвиттер-ионов (нейтральных молекул, один конец которых заряжен положительно, а другой — отрица-

тельно). В γ-форме цепочки объединены за счет дополнительных водородных связей в тройные спирали, в α-модификации — в двойные центросимметричные слои, а в β-форме образуют трехмерную структуру наложенных друг на друга одинарных плоских слоев, причем каждый из них похож на половинку двойного слоя α-формы. α-форма очень устойчива к действию давления — сохраняется как минимум до 23 ГПа, наивысшей величины, достигнутой в экспериментах. β-форма уже при 0.76 ГПа претерпевает обратимый фазовый переход в β'-форму, причем без разрушения моно-

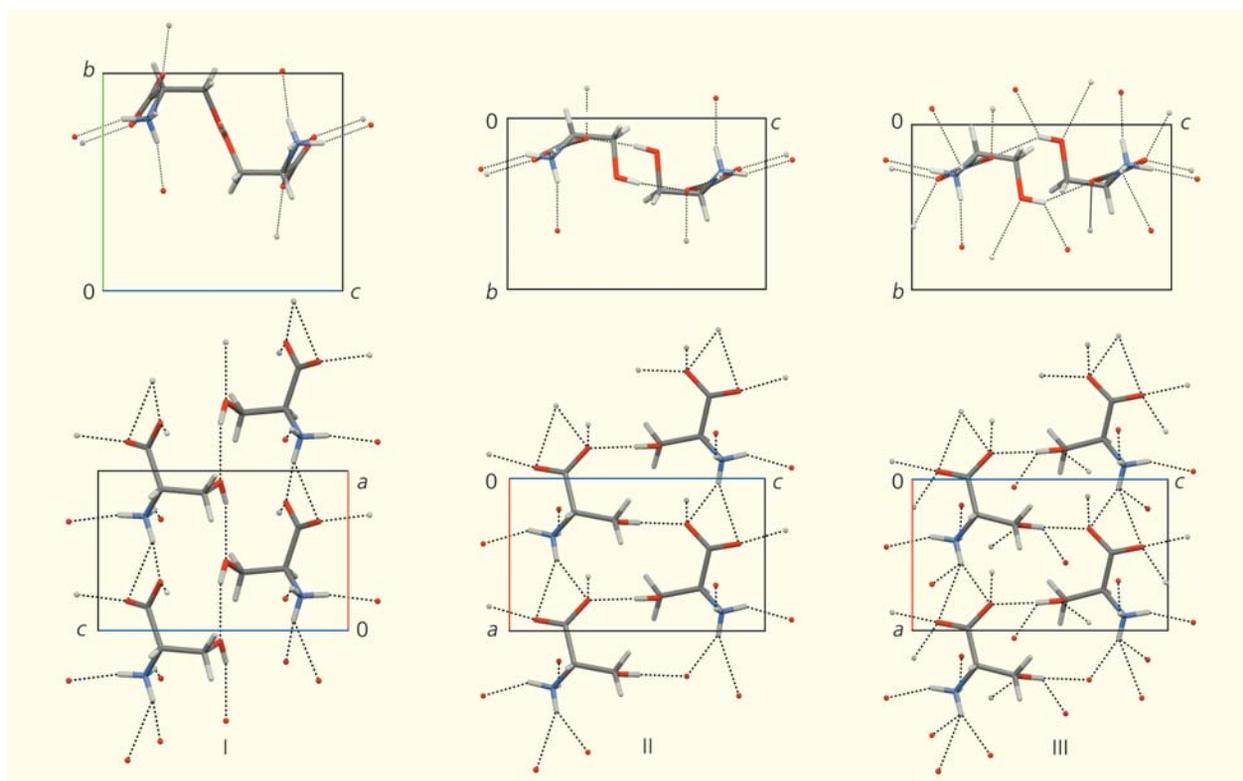


Рис.7. Изменения в кристаллической структуре L-серина в результате фазовых переходов I → II и II → III при 5 и 8 ГПа соответственно. Фрагменты структуры показаны в двух проекциях.

кристалла и с сохранением трехмерного каркаса, построенного на водородных связях.  $\gamma$ -форма при 3.5 ГПа необратимо переходит в  $\delta$ -форму, при этом тройные спирали разворачиваются и превращаются в складку, а монокристалл разрушается. При сбросе давления  $\delta$ -форма длительное время сохраняется, а затем переходит в  $\zeta$ -форму, в которой тоже есть слои, но они уложены друг на друга не так, как во всех других слоистых модификациях (рис.6).

Не менее интересно ведет себя при повышении давления кристалл другой аминокислоты,  $\beta$ -аланина,  $^+\text{NH}_3\text{-(CH}_2)_2\text{-COO}^-$ , удлинённого по сравнению с глицином на одно метиленовое звено. Если повышать давление довольно быстро, так, что 12 ГПа будут достигнуты за несколько часов,  $\beta$ -аланин претерпевает два обратимых фазовых перехода без разрушения монокристалла: в формы II и III при 5 и 9–10 ГПа соответственно. Если, однако, повысить давление до 6 ГПа и оставить кристалл на несколько суток, он превращается в форму IV, что сопровождается разрушением кристалла. Дальнейшее повышение давления уже не дает форму III, а если его понизить до 1.6 ГПа, образуется первоначальная фаза I. На этом примере хорошо видно, какую большую роль при твердофазных превращениях играет время (один из кинетических факторов): зачастую образуются не те продукты, которые выгоднее термодинамически, энергетически, а те, структура которых легче, быстрее формируется из структуры исходного кристалла, требуя для своего образования менее радикальной перестройки. Энергетический барьер превращения оказывается важнее, чем выигрыш в энергии, который в итоге (уже после преодоления барьера) оно может дать. Сложность преодоления «сиюминутных трудностей» оказывается предпочтительнее «отдаленной выгоды» от превращения. Это справедливо не только для перестроек в условиях высоких давлений. «Метод подбора предшественника» и «топотаксиальные» (с сохранением исходных структурных мотивов) твердофазные реакции широко используются для получения метастабильных структур. При высоких давлениях подвижность частиц в кристалле еще более затруднена, чем в нормальных условиях, поэтому роль кинетических факторов только возрастает.

Введение в аминокислоту бокового заместителя открывает дополнительные возможности управлять кристаллическими структурами и их откликом на повышение давления. Боковые заместители могут быть гидрофобными (как  $-\text{CH}_3$  в аланине,  $^+\text{NH}_3\text{-CH-(CH}_3\text{)-COO}^-$ ), полярными (как  $-\text{CH}_2\text{OH}$  в серине,  $^+\text{NH}_3\text{-CH-(CH}_2\text{OH)-COO}^-$ ) или заряженными (как  $-\text{CH}_2\text{COO}^-$  в аспарагиновой кислоте,  $^+\text{NH}_3\text{-CH-(CH}_2\text{COO}^-)\text{-COO}^-$ ). В двух последних случаях боковой заместитель способен также образовывать водородные связи в дополнение к тем, что существуют между карбоксильными и аминогруппами цвиттер-ионов. Нередко фазо-

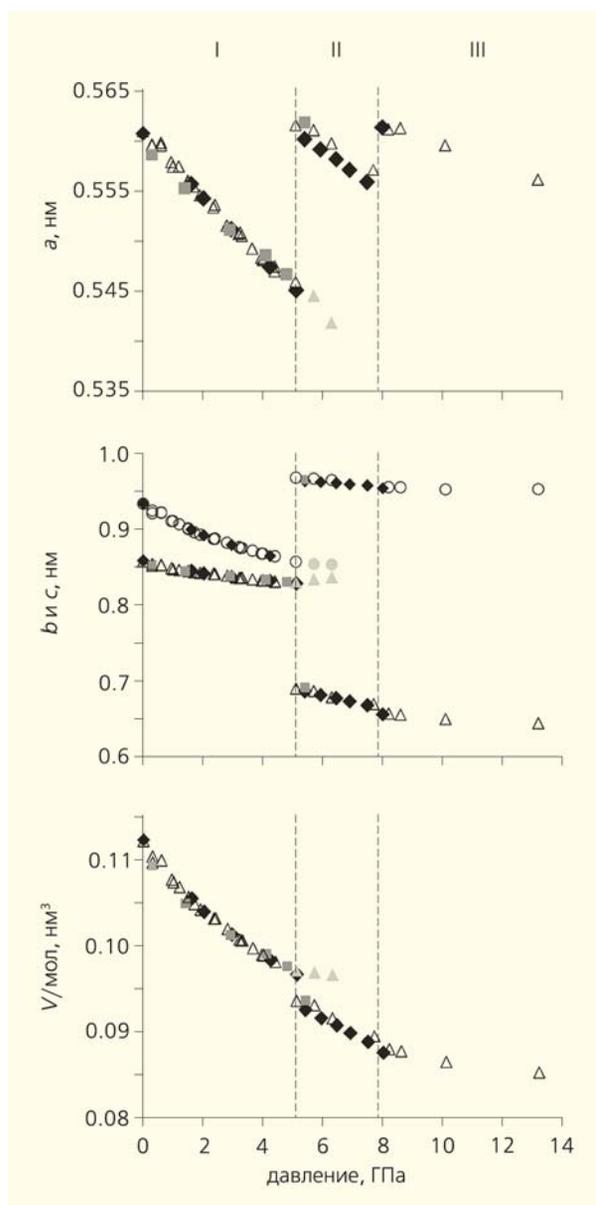


Рис.8. Изменения параметров элементарной ячейки, соответствующие фазовым переходам в L-серине. Черные символы – результаты исследований монокристаллов, белые и серые – поликристаллов (порошков). В интервале давлений 5–8 ГПа фазы I и II в поликристаллических образцах сосуществуют.

вые переходы обусловлены именно движениями этих боковых групп. Так, например, в L-серине цепочка из цвиттер-ионов ведет себя подобно пружине: под давлением сначала сжимается до определенного предела, а затем резко растягивается в точках фазового перехода. Это происходит за счет кооперативных поворотов боковых фрагментов, связывающих цепочки между собой в слои (рис.7, 8). Граница раздела фаз быстро распространяется по кристаллу, но он остается про-

зрачным и не разрушается, переход обратим. В кристаллах ближайшего аналога L-серина — L-цистеина,  $^+NH_3-CH-(CH_2SH)-COO^-$  — при повышении давления возможно несколько фазовых переходов, связанных с поворотами бокового фрагмента. Но поскольку SH...O и SH...S водородные связи в цистеине слабее, чем OH...O в серине, структура цистеина проходит при повышении давления через много мелких энергетических минимумов, а не через два более глубоких, как структура серина.

Исследование полиморфных превращений кристаллических аминокислот очень увлекательно. Лишь немного изменяя молекулу (варьированием бокового заместителя, удлинением основного каркаса на одно или более метиленовых звеньев, использованием оптических изомеров только одного (L-) или разных (L-, D-) знаков), можно получать новые кристаллические структуры, по-разному реагирующие на механическую нагрузку. Такие исследования помогают лучше понять, какие факторы ответственны за формирование и перестройку кристаллической структуры; какова жесткость отдельных внутри- и межмолекулярных связей; каковы энергетические барьеры для изменения конформации аминокислот. Полиморфные превращения в кристаллах аминокислот имеют аналоги и среди структурных превращений биополимеров. Например, вызываемый давлением пе-

реход  $\gamma \rightarrow \delta$  в кристаллах глицина сопровождается необратимым разворачиванием тройных спиралей в слои. Аналогичный процесс, который иногда рассматривают как метафору необратимого старения и смерти, известен для фибриллярного белка коллагена (основы соединительной ткани животных, в том числе человека), обеспечивающего прочность ткани. Каскадные полиморфные превращения в кристаллах L-серина с переключением боковых фрагментов с одного типа водородных связей на другой можно рассматривать как модель работы серин-сериновой «застежки-молнии». Мембранные белки нередко способствуют раскрытию и закрытию каналов («застежки молнии»). Обеспечивается это тем, что при варьировании внешних условий (чаще всего pH или же температуры) боковые заместители сериновых фрагментов (двух половинок молнии) в соседних белках поворачиваются, изменяя тип образуемых ими водородных связей. В кристалле L-серина аналогичный процесс вызывается давлением.

\* \* \*

Надеюсь, даже очень краткий рассказ о том, для чего изучают влияние давления на молекулярные кристаллы, убедил читателя в красоте и перспективности этой междисциплинарной области науки. Исследования только начинаются, и самое интересное, безусловно, впереди. ■

**Многолетние работы выполнены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 02-03-33358а, 05-03-32468а, 06-03-90573-БНТСа, 08-03-00143а.**

# Вокализация животных — почему птицы поют дуэтом?

Е.В.Брагина, И.Р.Беме

Вряд ли найдется человек, который никогда не слышал музыкальных дуэтов. А тот, кто сам их исполняет, знает, как много сил, времени и терпения необходимо вложить, чтобы слаженно играть или петь вдвоем. Правда, больших затрат энергии требуют любые занятия вокалом (тот, кто в этом сомневается, пусть попробует что-нибудь пропеть в течение получаса на голодный желудок и желательно погромче).

Петь вместе умеют и животные, причем не только дуэтом, но и квартетом, и даже хором. Особенно много времени тратят на пение птицы, причем делают это они холодными весенними рассветами, предпочитая сначала спеть, а лишь потом позавтракать. Дуэт, по сравнению с сольной партией, требует от партнеров не только сил, а еще и точной координации. Насколько совместное пение распространено в природе? Для чего оно нужно? Какие преимущества получают исполнители дуэта или хора?

## Вокальные ансамбли

Помимо птичьих в природе существуют и другие «музыкальные коллективы». Самый известный пример — весенний хор лягушек. Строго говоря, их выступление даже сравнивать с хором пением сложно, так как каждая партия звучит независимо от



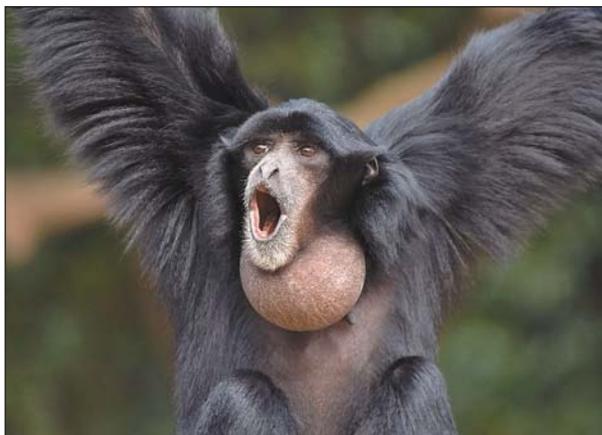
**Евгения Васильевна Брагина**, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник кафедры зоологии позвоночных биологического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Область научных интересов — биоакустика, половая и индивидуальная изменчивость у журавлиных птиц, в частности даурского журавля и стерха.



**Ирина Рюриковна Беме**, доктор биологических наук, профессор той же кафедры. Орнитолог, специалист в области биокоммуникации, систематики и филогении птиц.

остальных: животные просто неистово, хотя и одновременно кричат. В вечерних концертах участвуют самцы, которые, перекрикивая друг друга, стараются продемонстрировать, кто из них голосистее, громче и активнее. Выставляя себя напоказ, они рискуют привлечь внимание не только самки, но и хищника, например аиста, однако это, видимо, оправданная плата за успех размножения.

Среди млекопитающих первое место в вокализации принадлежит приматам (музыкальные способности человека в данном случае мы обсуждать не будем). Дуэты исполняют индри (*Indri*) — мадагаскарские лемуры, долгопяты (*Tarsius*), мартышки (*Cercopithecus*) и другие виды полуобезьян и обезьян. Самый сложный, разнообразный и длительный дуэт можно услышать от сиамангов (*Symphalangus*) — обезьян из семейства гиббоновых, которые живут семьями из двух—шести особей в лесах Суматры и Малайзии. Ранним утром супружеская пара (сиаманги моногамны, и пары у них сохраняются довольно долго) располагается на ветвях дерева и начинает комбинировать свои партии в определенном порядке, раздувая специальные горло-



Сиаманг.

Здесь и далее фото с сайта <http://www.flickr.com/photos>



Индри.

вые мешки. К чете нередко присоединяются другие члены семьи. В среднем исполнение длится 17 минут, но может затянуться и на час, при этом репертуар сиамангов состоит из множества разных песен, украшенных ворчаньем, хрюканьем, лаем и просто пронзительными воплями.

И все же по красоте пения и богатству звуков ни лягушки, ни обезьяны не смогут сравниться

с птицами. Среди многообразия птичьих ансамблей встречаются супружеские дуэты, семейные трио и хоры всей стаи. Например, белогорлые лесные перепела (*Odontophorus leucolaemus*), населяющие леса Коста-Рики, живут стайками по 2—15 особей, и каждый член стаи участвует в хоре. А дуэты обнаружены уже у 222 видов птиц из разных групп — курообразных, дятлов, воробьиных и многих других [1].

### Дуэты птиц

Поют птицы удивительно согласованно, хотя координируют свои партии по-разному. У некоторых видов самка и самец издают звуки, точно чередуя их во времени, а кажется, будто звучит голос одной птицы. Такой дуэт называют антифональным. У рыбного филина (*Ketupa blakistoni*), крупнейшей совы Дальнего Востока, дуэт начинает самец низким криком, ему вторит самка, затем снова слышится уханье самца, и сразу же протяжно гудит самка. Таким образом, вся песня состоит из четырех сигналов, из которых первый и третий принадлежат самцу, а второй и четвертый — самке [2].

У других видов партнеры не столь четко координируют свои партии, и звуки участников могут накладываться друг на друга. Чем больше птиц вместе, тем сложнее достичь временной координации. Так, у эфиопского певчего сорокопуга супруги исполняют согласованный дуэт, однако можно услышать и трио. В таком случае к дуэту брачной пары присоединяется молодая птица либо три молодых особи пытаются петь вместе, что звучит совсем иначе, нежели отлаженный семейный дуэт. Так же происходит и у журавлей. Подростки, пробуя свои силы, кричат вместе или реагируют на дуэт взрослых птиц, пытаясь подстроиться. Начинается всеобщий шум, совершенно не похожий на крик брачной пары. Присоединяясь к взрослым, подрастающие птицы учатся, чтобы впоследствии, найдя брачного партнера, исполнять согласованный дуэт.

Впервые дуэтное пение было описано у нескольких видов африканских сорокопугов (*Laniarius*). Вначале считали, что оно характерно лишь для птиц, живущих в густых тропических лесах и кустарниковых зарослях [3]. Сквозь гущу растительности нелегко увидеть друг друга, поэтому предположили, что дуэты нужны для поддержания связи между партнерами. Однако позднее дуэты обнаружили и у птиц открытых пространств умеренной зоны, в частности у некоторых сов и журавлей, чаек и куликов и даже у антарктических видов, таких как пингвины. Стало очевидно, что поющих дуэтом видов гораздо больше, чем считали раньше, а условия, в которых они живут, очень разнообразны. Значит, и функции дуэтов тоже могут быть разными.

## Кому и зачем нужны дуэты?

Совы, как известно, активны ночью, поэтому им тоже сложнее увидеть друг друга, чем услышать. И нет ничего удивительного, что они освоили столь сложный вид вокального мастерства. Но к чему это дневным птицам, например аистам? Видеть друг друга им не мешают ни темнота, ни густая растительность. Во время выступления аисты обычно стоят на краю гнезда. Правда, звуки — громкое трещание — они издают не голосом (у взрослых аистов нет голосовых связок), а клювом, закидывая голову на спину. Оказывается, что щелкают эти птицы клювом не беспорядочно, а по определенной схеме. Пингвины и журавли, исполняя дуэт, и вовсе находятся рядом. Получается, что у птиц открытых пространств дуэты служат не только или не столько для поддержания контакта в паре.

Тут уместно заметить, что все упомянутые виды, во-первых, мономорфны, во-вторых, моногамны. Это означает, что самец и самка окрашены одинаково и оба заботятся о птенцах, иногда в течение многих месяцев. Другое дело воробьиные птицы: у большинства из них поет только самец, охраняя территорию и привлекая молчаливую партнершу, да и окрашен он, как правило, ярче, чтобы завладеть ее вниманием. Самке, насиживающей яйца и выкармливающей птенцов, яркий наряд и звонкий голос вроде бы и не к чему. У журавлей, пингвинов, сов, аистов, гусей и многих других нет таких различий: оба партнера имеют схожие права и обязанности, вместе заботятся о потомстве, и дуэт становится следствием такого «социального равенства».

Существуют ли диморфные виды, исполняющие дуэты? Да, существуют, однако их гораздо меньше. Это, например, певчая быстрая муравьеловка (*Hypocnemis peruviana*) — обительница амазонских лесов — и красноплечий черный трупиял (*Agelaius*

*phoeniceus*) — житель Северной и Центральной Америки. Трупиялы заслуживают того, чтобы сказать о них подробнее. Популяции этого вида, живущие на Кубе, исполняют дуэты, а у североамериканских птиц поют только самцы. Именно у североамериканских птиц половой диморфизм ярко выражен, а у кубинских заметен гораздо меньше, что подтверждает гипотезу о взаимосвязи равноправия и дуэтирования в птичьей семье.

Сопутствует ли дуэт оседлому образу жизни? Птицы умеренной зоны с приближением холодного времени года улетают на юг, а с наступлением весны возвращаются на места гнездования. У многих воробьиных птиц самцы прилетают раньше, занимают территории и охраняют их. Самки присоединяются к ним чуть позже и выбирают партнера, оценивая не только его «личные качества», но и территорию, которую он сумел занять. Супружеская пара у таких видов каждый год формируется заново. Пернатые обитатели тропиков, наоборот, могут весь год держаться на одной территории, которую должны постоянно охранять, что проще делать вдвоем, чем в одиночку. Значит ли это, что оседлым птицам выгоднее петь дуэтом, чем мигрантам? Казалось бы, предположение не выдерживает критики, так как дуэты есть и у большого количества перелетных видов — гусей, журавлей и т.д. Однако интересно, что происходит у видов птиц с большим ареалом, южные популяции которых ведут оседлый образ жизни, а северные — мигрируют. К ним относится, например, североамериканский домовый крапивник (*Troglodytes aedon*). Самки и самцы этого вида внешне неразличимы. На юге ареала (в Центральной Америке) они, во-первых, оседлы, а во-вторых, моногамны: супруги вместе защищают территорию круглый год, а для этой цели им служит отлаженный, скоординированный дуэт! А вот в северных популяциях самцы полигамны, они при-



Трупиял.



Североамериканский домовый крапивник.

летают на места гнездования, занимают и охраняют каждый год новый участок. В этих популяциях крапивника самки не поют.

Получается, у птичьих дуэтов множество разных функций. Косвенным образом это говорит о независимом происхождении дуэтов у разных групп птиц [4]. Среди большого количества гипотез и предположений на первом месте стоит совместная охрана ресурсов. Некоторые авторы объясняют возникновение дуэтов преимуществом, которое позволяли получить объединенные усилия двух птиц. У многих протестированных видов на проигрывание песен птицы отвечали именно дуэтами, а не сольными песнями [5, 6]. А интенсивность дуэта белолобых гусей (*Anser albifrons*), который они исполняют в ответ на опасность, угрожающую выводку, зависела от степени выраженности опасности. По мере исчезновения угрозы дуэт деградировал и прекращался [7]. С другой стороны, опыты, проведенные на каштановом кустарниковом крапивнике, показали, что в одиночку самец так же эффективно охраняет свой участок, как и вдвоем с супругой. Эксперимент состоял в том, что самку удаляли с гнездового участка, однако никаких изменений за этим не следовало. Эти опыты еще раз напоминают нам о многообразии функций дуэтов у разных видов птиц.

В соответствии с гипотезой охраны партнера дуэт играет роль сигнала, с помощью которого другие птицы того же вида и пола узнают, что данная особь уже образовала пару и не является потенциальным партнером [1, 4, 6]. Если гипотеза верна, птицы должны отвечать на проигрывание криков прежде всего своего пола, а не противоположного. Действительно, в опыте, проведенном на эфиопских певчих сорокопутах (*Laethiopicus*), самцы чаще отзывались на воспроизведение сольных песен самцов, чем на дуэты. Более того, если самка отвечала на записанное соло самца, то ее партнер пытался «наложить» на это соло свою песню [6]. Тайваньские лиоцихлы (*Liocichla steerii*) использовали дуэт для поддержания контакта между брачными партнерами. В лесных местобитаниях они исполняли больше дуэтов, нежели

в открытых агроландшафтах [8]. У белобровой чекановой горихвостки (*Cossypha biuglii*) дуэт, как выяснилось, помогает синхронизировать подготовку самца и самки к размножению. Перерезание нерва, контролирующего левую часть сирикса, у самцов этого вида приводило к снижению частоты исполнения дуэтов самцом и самкой и препятствовало постройке гнезда и размножению.

Таким образом, у каждого вида дуэты служат своим целям и даже в пределах одной группы могут быть очень разными. Например, дуэты журавлей различаются и по ритмической структуре, и по функциям, даже позы, которые принимают птицы, разные. В зоопарке или питомнике птицы встречают громким дуэтом любого, подошедшего к их вольере, воспринимая его как чужака. Эта особенность облегчает запись и анализ дуэтов.

### Журавлиный дуэт

В центрах разведения журавлей будущих супругов сначала держат раздельно, но в смежных вольерах, чтобы птицы видели и слышали друг друга и привыкали к потенциальному партнеру. В случае успеха самец и самка постепенно подстраивают свои партии друг под друга, и в одну вольеру птиц ссаживают только тогда, когда дуэт сформирован, станет согласованным. Журавлиный дуэт — признак сложившейся брачной пары.

В природе взрослые журавли исполняют дуэт при смене партнера на гнезде (у этих птиц о потомстве заботятся оба родителя: пока один насиживает яйца, другой кормится). Если супруги видят, что на их территорию вторглась другая пара, они также исполняют дуэт, т.е. у этого крика есть еще одна функция — охрана территории. Журавли кричат очень громко, и с расстояния нескольких сотен метров чужаки, не приближаясь к хозяевам, могут понять, что территория занята. У даурского и японского журавлей (*Grus vipio* и *G.japonensis*) — обитателей Забайкалья и Дальнего Востока — партии самки и самца существенно различаются, но при этом строго согласованы во времени между собой. Самец примерно дважды в секунду издает свои относительно длинные крики, на которые накладываются короткие крики самки, от одного до трех на каждый крик самца. При этом крики самки по частоте выше криков самца. Таким образом, по дуэтному крику сразу видно, кто в паре самец, а кто — самка. Напомним, что у журавлей брачные партнеры окрашены одинаково и по внешнему виду птицы сложно определить ее пол. У японского журавля самец и самка в дуэте также кричат по-разному: как правило, самка кричит чаще самца: на один его крик приходится от одного до четырех криков самки. Таким образом, у этого вида журавлей дуэт также четко согласован, а между птицами разного пола наблюдаются важные различия, позволяющие без труда отличить самку от самца.



Тайваньские лиоцихлы.



Три из семи видов журавлей российской фауны: даурский, японский, стерх (слева направо).

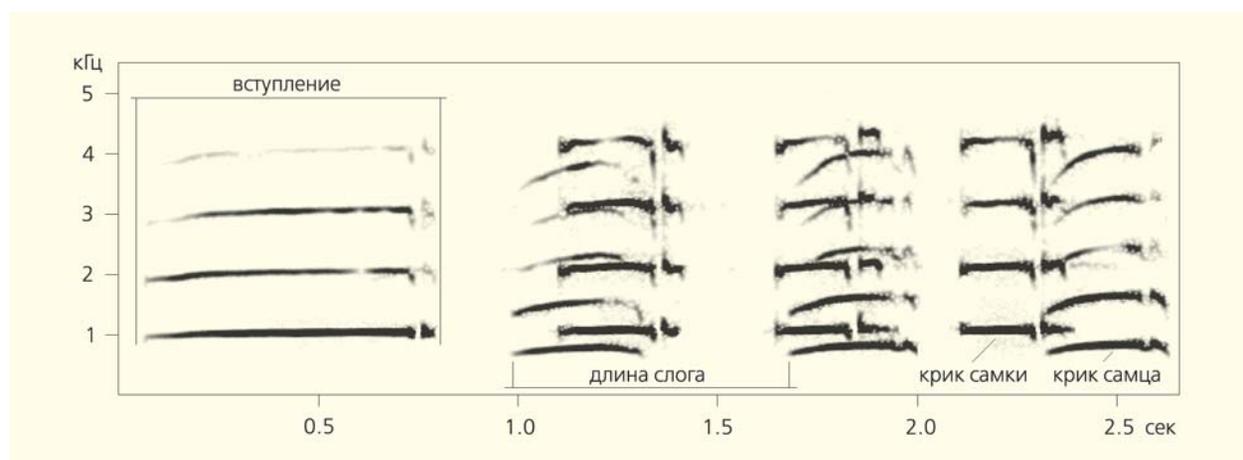
Фото авторов

Дуэт другого журавля, стерха (*Glucogeranus*), выглядит совершенно иначе. Ритмическая структура партий самки и самца не различается, темп исполнения партии самкой может быть быстрее или медленнее, чем у ее партнера. Иногда создается впечатление, что супруги кричат одновременно, но каждый по-своему, т.е. крики самки и самца в ходе дуэта могут чередоваться, а могут в разной степени накладываться. Впрочем, отличить пол птицы по ее дуэтной партии все же можно, так как самка всегда кричит выше самца.

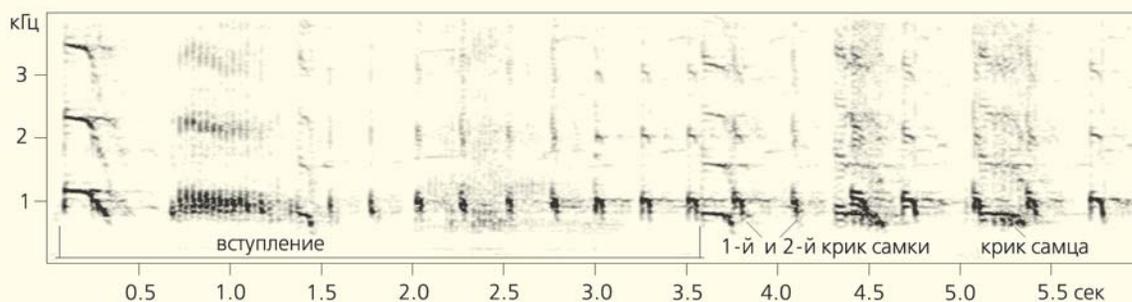
Для чего у японских и даурских журавлей дуэтные партии самки и самца так различаются, пока не совсем понятно. Физические закономерности распространения звука таковы, что высокие и короткие звуки деградируют сильнее низких и длинных, а по степени деградации звука птицы способны определять, где находится кричащий.

Возможно, разница в длительности и частоте криков самки и самца дает птицам возможность лучше заявить о себе и своем местоположении: низкие крики самца дальше распространяются, а высокие крики самки лучше указывают на то, где пара находится.

Анализируя дуэты журавлей, мы исследовали межпарные различия криков. К настоящему моменту известно, что в криках многих видов птиц и млекопитающих существуют индивидуальные особенности, т.е. животные по голосу могут узнавать друг друга не хуже, чем люди. На нескольких видах проведены опыты, наглядно демонстрирующие, что животные узнают друг друга именно по голосу, а не по внешним данным. Например, пингвиненка, клюв которого замотали исследователи, отказывается кормить его родители, а если позволить ему кричать, то даже искусственно на-



Сонограмма дуэта даурского журавля. Показано вступление и несколько первых криков.



Сонограмма дуэта стерха. Показано вступление и несколько первых криков.

несенный грим не мешает птенцу получать корм — родители узнают его по голосу. Дуэт же представляет собой комбинацию криков двух особей, а значит появляется еще больше возможностей для неповторимого сочетания вокальных параметров. Дискриминантный анализ межпарных различий дуэтов в случае десяти пар стерхов и семи пар даурских журавлей показал, что каждую пару можно отличить по ее дуэтам с вероятностью практически 100%. Те же результаты получены и для японского журавля — 88 дуэтов 10 пар дискриминируются с вероятностью 97.7% [9]. Эти цифры означают, что дуэт уникален и служит своеобразной «подписью» пары.

Еще раньше данные об уникальности дуэтов каждой пары были получены Б.Весслингом для серого журавля [10], а К.Будде — для венценосного журавля [11]. Таким образом, дуэты по крайней мере пяти видов журавлей обладают яркими межпарными особенностями. Для чего могут быть нужны эти особенности? Журавли — территориальные птицы, и каждая пара занимает довольно обширный участок, на котором располагается

гнездо. Даже на зимовках, где десятки птиц собираются вместе, журавли могут охранять небольшую территорию, особенно тогда, когда расположение пищевых ресурсов позволяет собирать корм на одном месте. Индивидуальный дуэт помогает охранять свой участок от чужаков и служит своеобразным маркером, извещая соседей, что здесь живет именно эта пара. С помощью индивидуальных признаков криков соседи узнают друг друга, и не нужно каждый раз отстаивать границы своей территории. Так поддерживается стабильная структура популяции, и необходимость в непосредственных конфликтах не возникает, пока на территории не появится новая пара с «незнакомым» дуэтом.

Несомненно, что для подтверждения этого предположения необходимы провокации территориальных птиц с помощью проигрывания им дуэтов и анализ реакции птиц на «свои» и «чужие» звуки. Пока мы можем говорить лишь о гипотезе. Тем не менее вполне вероятно, что одна из функций громких журавлиных дуэтов — индивидуальная маркировка территории ее хозяевами. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 07-04-00609) и Программы «Университеты России — фундаментальные исследования».**

## Литература

1. *Farabaugh S.M.* The Ecological and Social Significance of Duetting // *Acoustic Communication in Birds* / Eds D.H.Kroodsma, E.H.Miller. N.Y., 1982. V.2. P.85—124.
2. *Пукинский Ю.Б.* Жизнь сов. Л., 1977.
3. *Thorpe W.H.* // *Nature*. 1963. V.197. №4869. P.774—776.
4. *Hall M.L.* // *Behaviour Ecology and Sociobiology*. 2004. V.55. P.415—430.
5. *Hall M.L., Magrath R.D.* // *Behaviour Ecology and Sociobiology*. 2000. V.47. P.180—187.
6. *Grafe T.U., Bütz J.H.* // *Animal Behaviour*. 2004.V.68. P.193—201.
7. *Кречмар Е.А.* // *Зоол. журн.* 2003. Т.82. Вып.10. С.1239—1249.
8. *Mays H.L. Jr, Yao C.-T., Yuan H.-W.* // *Ecol. Res.* 2006. V.21. P.311—314.
9. *Klenova A.V., Volodin I.A., Volodina E.V.* // *Journal of Ethology*. 2008. V.26. P.317—325.
10. *Wessling B.* Individual Recognition of Cranes, Monitoring and Vocal Communication Analysis by Sonography // *Proceedings of the 4-th European Crane Workshop*. November, 2000 // Ed. A.Salvi. Fenetrange, 2000. P.134—149.
11. *Budde C.* Individual Features in the Calls of the Grey Crowned Crane, *Balearica regulorum gibbericeps* // *Ostrich*. 2001. V.72. №3—4. P.134—139.



# Доступно и точно о принципе диссимметрии Кюри

Ю.Л.Войтеховский

Глубокоуважаемые читатели, в этой статье я хочу рассказать о принципе диссимметрии П.Кюри, который был сформулирован в 1894 г. в статье о росте кристаллов в электромагнитных полях [1, 2]. В последние годы жизни Пьер Кюри (рис.1) вернулся к его осмыслению и, по воспоминаниям Марии Кюри, дорожил им не менее, чем прославленными работами по радиоактивности. Это удивительный принцип, допускающий строгую математическую формулировку и образное (почти без потери сути) изложение. Он наблюдается в явлениях весьма фундаментальных и ситуациях самых повседневных. Попробую рассказать о нем забавно, так сказать, для чтения в общественном транспорте.

Начну с хорошо известной новогодней песенки: «В лесу родилась елочка, в лесу она росла, зимой и летом стройная, зеленая была». Известно, что в канун Рождества особой потребительской ценностью обладают именно стройные елочки. Они растут на лесных полянах, охраняемые от ветров большими деревьями, и тянутся за ними к солнцу. На лесных опушках елочки сутулятся под сильными ветрами. На праздники их не берут.

Как ни наивен пример, главное для дальнейшего рассуждения в нем уже есть. Его любил



**Юрий Леонидович Войтеховский**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор Геологического института Кольского научного центра РАН. Основные научные интересы связаны с математическими исследованиями на стыке кристаллографии, минералогии и биологии.

приводить своим многочисленным студентам профессор Санкт-Петербургского горного института И.И.Шафрановский. Охарактеризуем ситуацию научно. Для этого нам понадобится понятие симметрии. Удивительно, насколько непросто определить его, строго отграничив от более общих и более частных категорий. Но ведь оно нам интуитивно ясно. Вот порхает бабочка и садится на цветок. Она симметрична, потому что между крылышками можно мысленно провести плоскость, в которой они как бы отражаются друг в друге. Цветок тоже симметричен, потому что через его стебель и центр соцветия проходит воображаемая ось, вокруг которой цветок можно повернуть на неполный угол — и он тоже совместится с собой (рис.2).

Плоскость и ось называются элементами симметрии. А есть

ли другие элементы симметрии? Есть. Это центр инверсии — точка внутри фигуры, в которой она, как в микроскопическом зеркальце, отражается в себя. А еще — инверсионная ось, соединяющая в себе поворот и отражение в лежащей на ней точке, притворяющейся настоящим центром инверсии. Вот и все элементы симметрии конечных фигур. Осталось заметить, что оси симметрии различаются порядком — числом совмещений фигуры с собой при повороте на полный угол. Потренируйтесь в нахождении элементов симметрии. Каковы они у цветков черемухи? А у кувшинки? А у снежинки? А у морской звезды? Отличники пусть сосредоточат внимание на определении порядков инверсионных осей. Это — самое интересное.

Пока вы искали элементы симметрии, наверняка заметили, что в одной фигуре их может



Рис.1. Пьер Кюри (1859—1906).

быть несколько и они хитро взаимодействуют друг с другом. Совокупность всех элементов симметрии называется точечной группой симметрии фигуры. Они объединяются в 32 класса симметрии. Почему они точечные? Потому что все перечисленные выше движения ос-

тавляют на месте хотя бы одну ее точку. Конечно же, есть еще «неточечные» группы симметрии (230 пространственных групп симметрии Е.С.Федорова). Как вы уже догадались, в них участвует новый элемент симметрии. Он называется трансляцией, то есть параллельным переносом. Понятно, что конечная фигура при этом «вышла бы из себя». Стало быть, трансляции применимы лишь к бесконечным фигурам. И здесь, сочетаясь с уже названными элементами симметрии, они порождают плоскости скользящего отражения и трансляционные оси.

Перейдем к следующему разделу теории. Сосредоточим внимание на порядках осей симметрии. Они могут равняться 1, 2, 3 и так далее до бесконечности. Левая крайность понятна. Ось симметрии первого порядка должна совмещать фигуру с собой при повороте на  $360^\circ$  лишь один раз. Но ведь это произвольная прямая, если только она случайно не является осью более высокого порядка! А вот ось симметрии бесконечного по-

рядка — нечто особенное. Она должна совмещать фигуру с собой при повороте на  $360^\circ$  бесконечно много раз. Как это возможно? А вы представьте себе конус, цилиндр, сферу — фигуры гладкие и с очевидностью симметричные. В них без труда можно найти оси симметрии бесконечного порядка (рис.3). Но сколько? Это любопытно!

Заслуга Пьера Кюри состоит в том, что он догадался характеризовать непрерывные статические и динамические среды точечными группами симметрии с осями бесконечного порядка. И здесь уместными оказались названные выше конусы, цилиндры и сферы. Различных ситуаций оказалось всего семь. Они показаны на рис.3 в международных обозначениях. Последние три — для самых любопытных. Знак  $\infty$  означает ось бесконечного порядка, 2 — ось второго порядка,  $m$  — плоскость симметрии, / — последующий элемент симметрии перпендикулярен оси  $\infty$ , стрелка показывает направление вращения контура. В тех и только тех случаях, когда предельная группа симметрии Кюри содержит лишь повороты, у форм есть зеркально-симметричные пары. Их всего три.

Давайте попрактикуемся в определении предельных групп симметрии Кюри. Возьмем силу тяжести. (Удачная фраза!) Вы ее ощущаете ежесекундно, когда держите тяжелую сумку. Как бы зримо представить силу тяжести? Используем вектор — стрелочку, направленную вниз. Это очень естественная интерпретация. Какова его симметрия? Верх вектора не эквивалентен низу, через него можно провести бесконечно много плоскостей симметрии — получается симметрия покоящегося конуса. И не напоминает ли вам стройная елочка тот же конус? То-то же! Но почему? Именно потому, что она росла в поле силы тяжести, не возмущаемом никакой другой причиной, столь же мощной и постоянной, и унаследовала его симметрию.

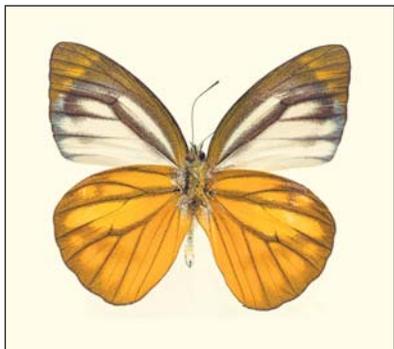


Рис.2. Симметричные формы в живой и неживой природе.

На досуге попробуйте самостоятельно найти природные среды, адекватные перечисленным выше предельным группам симметрии. Это не менее интересно, чем разгадывать кроссворд. А теперь поставим мысленный эксперимент. Смоделируем ветер, подув на конус, изображающий силу тяжести. Что представляет собой воздушный поток? Направление по ветру не эквивалентно направлению против ветра, а через ось потока можно провести бесконечно много плоскостей симметрии — снова получается симметрия покоящегося конуса. Но теперь его ось горизонтальна. А что общего у групп симметрии обоих конусов? Закройте глаза и представьте лишь одну вертикальную плоскость, проходящую через их оси.

Мы вплотную приблизились к развязке истории про елочку. Представьте себе, что она растет на опушке леса и постепенно искривляется под преобладающими ветрами. Так ведь это примитивный взгляд на вещи! Изысканнее будет сказать, что из всех элементов симметрии, разрешенных полем силы тяжести и проявленных в идеальных условиях на лесной полянке, в елочке сохранилась лишь одна вертикальная плоскость, не противоречащая симметрии воздушного потока. Можно сказать и так: ветер оказал на елочку диссимметризирующее влияние, понизив внутренне присутствующую ей симметрию до единственной плоскости. Следуя Пьеру Кюри, впредь под элементами диссимметрии объекта договоримся понимать те, которые могли быть в нем в идеальных условиях, но не проявились из-за внешней причины. Эту причину они собой и характеризуют.

Прочитав Пьера Кюри: «Характеристическая симметрия некоторого явления есть максимальная симметрия, совместимая с существованием явления. Явление может существовать в среде, обладающей своей

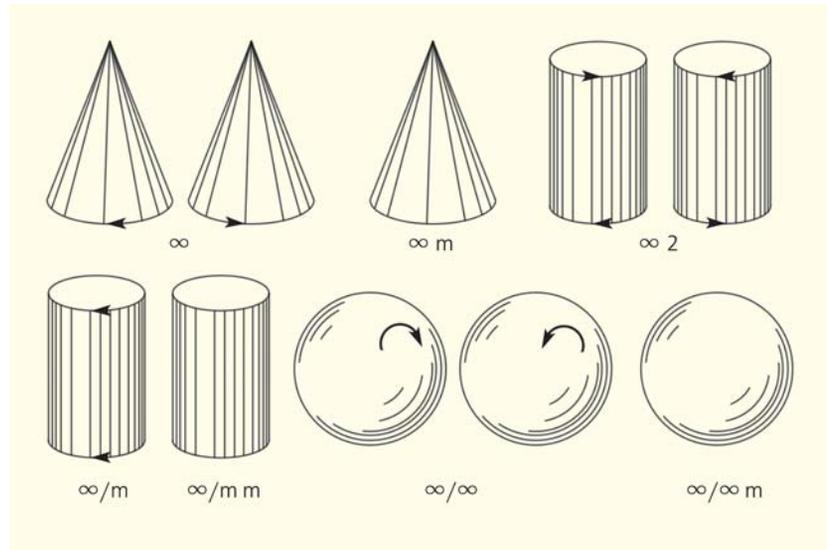


Рис.3. Предельные группы симметрии Кюри (пояснения в тексте).

характеристической симметрией или симметрией одной из подгрупп ее характеристической симметрии. Иными словами, некоторые элементы симметрии могут существовать с некоторыми явлениями, но это не обязательно. Необходимо, чтобы некоторые элементы симметрии отсутствовали. Это и есть та диссимметрия, которая создает явление... Когда некоторые причины производят некоторые действия, элементы симметрии причин должны обнаруживаться в этих произведенных действиях. Когда некоторые действия проявляют некоторую диссимметрию, то эта диссимметрия должна обнаруживаться и в причинах, их порождающих» [1].

Теперь вы готовы к анализу более сложных объектов, например природных кристаллов. Предлагаю обратить внимание на алмадин — минерал из семейства гранатов. Многим он известен по ювелирным украшениям, но в них уже ничего не остается от его природной огранки, часто в виде ромбододекаэдра. Этот прелестный 12-гранник показан на рис.4. На Кольском п-ове есть месторождения, в которых горные породы насыщены гранатом на 60%. При

среднем размере 2–3 см нередко и прекрасно ограненные гиганты до 30 см в поперечнике! Но все же реальные кристаллы далеки от идеала и несут в своей огранке (как, впрочем, в химическом составе, структуре и физических свойствах) факты биографии, которые можно распознать с помощью принципа Кюри.

Вы еще не проехали свою остановку? Тогда два слова о том, как растут кристаллы. Это целая наука, называемая минералогией. Но сейчас вам достаточно представить, как слой за слоем на гранях кристалла откладываются очередные порции вещества — и он растет во все стороны. При этом только в совершенно изотропных условиях вырастают идеальные кристаллы с равными и одинаково расположенными гранями. Это большая редкость. При изменении градиентов температуры, давления, концентраций химических элементов и многих других причин кристаллы реагируют на них изменением скорости роста отдельных граней. В простейших случаях вырастают все еще плоскогранные, но уже искаженные, как мы сейчас можем сказать — диссимметризованные кристаллы.



Рис.4. Альмандины из месторождений гор Круглой (вверху слева), Тахлинтуайв (вверху справа) и Макзапахк (внизу). Кольский п-ов.

Несколько лет назад я принялся за систематическое исследование таких кристаллов, назвав их реальными кристаллографическими простыми формами [3–5]. В чем состоит проблема? Возьмите ромбододекаэдр и, представляя его реальным кристаллом, «наращивайте» грани с различными скоростями. Иначе говоря, свободно двигайте ими вдоль нормалей, следя за тем, какие многогранники при этом получаются. Чтобы их различать, удобно воспользоваться понятием комбинаторного типа. Оно учитывает общее число, вид и способ соединения граней в многограннике. Сколько комбинаторно различных реальных ромбододекаэдров можно получить, двигая гранями идеальной формы? Оказывается, 625! И они принадлежат к 13 точечным группам симметрии!

На рис.5 показаны лишь полногранные формы (двенадцатигранники). Из теоретических соображений следует, что в слабоградиентных физических и химических полях гранаты должны быть именно такими. Ведь они получены из идеальной формы (последней на рис.5) относительно небольшим смещением граней. Сколько из них существует в природе? На месторождении Макзапахк мы нашли девять форм, принадлежащих к четырем точечным группам симметрии:  $[0C]^* m\bar{3}m$ ,  $[0804] 4/mmm$ ,  $[048] 4/mmm$ ,  $[0921] mm2$ ,  $[084] mm2$ ,  $[0462] mm2$ ,  $[0624] mm2$ ,  $[0462] m$ ,  $[0642] m$ . Эти непонятные знаки можно при первом чтении пропустить или использовать лишь для того,

\* Буква С обозначает 12 четырехугольных граней, что соответствует идеальной (последней на рис.5) форме.

чтобы отыскать нужную картинку. Но вообще-то в квадратных скобках даны символы, показывающие количество трех-, четырех-, пяти- и шестиугольных граней, за ними — точечные группы симметрии в международных обозначениях.

Попробуем интерпретировать минимальную группу Кюри, включающую точечную группу симметрии каждой из найденных форм. Симметрия  $m\bar{3}m$  вкладывается только в группу  $\infty/\infty m$ . Такие кристаллы выросли в изотропных условиях — под действием литостатического давления и всесторонней диффузии химических элементов. Симметрия  $4/mmm$  представляет собой подгруппу группы  $\infty/mmm$ . Эти кристаллы росли при направленном давлении. Симметрия  $mm2$  вкладывается в группу  $\infty m$ . Возможно, такие кристаллы

сформировались в условиях направленного давления с просачиванием питающих растворов. Симметрия  $m$  вкладывается в группу  $\infty/m$ . Эти кристаллы во время роста вращались, что подтверждается «структурами снежного кома» — спиралеобразно расположенными включениями других минералов.

Не удивительно ли? Принцип Кюри позволил заглянуть в механизмы роста гранатов, реализовавшихся более миллиарда лет назад, и уточнить тектонические условия целого месторождения. Он позволил районировать гранаты как потенциальное абразивное сырье по сортности. И результат получен так просто!.. И все же давайте не упрощать ситуацию до крайности. Красивому результату о 625 реальных кристаллографических ромбододекаэдрах предшествовало исследование многих более простых ситуаций, доказательство математических теорем, создание на их основе оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, их многократная проверка на замысловатых тестах и лишь потом — окончательный расчет и публикация результатов. А впереди — изучение гораздо более сложных форм.

Кажется, вам скоро выходить, глубокоуважаемый читатель. И мне пора заканчивать рассказ о принципе диссимметрии Кюри. Говорить о диссимметрии можно долго, мы же едва-едва ее затронули. В библиотеке легко найти статьи и книги на эту тему

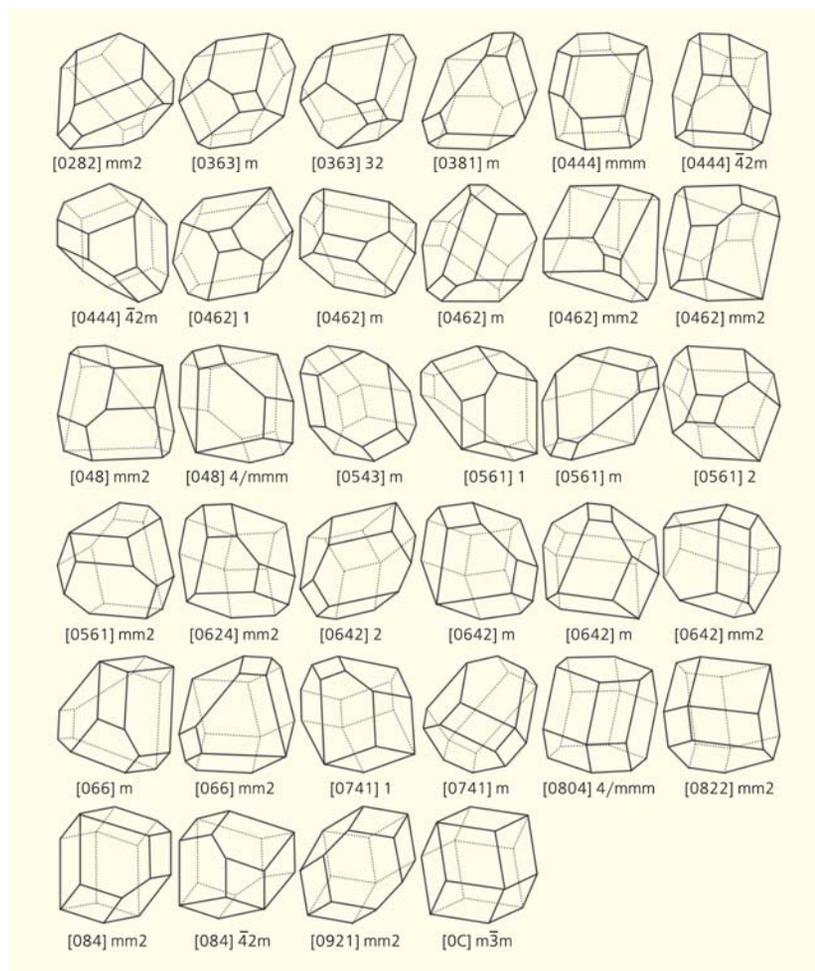


Рис.5. Полногранные (двенадцатигранные) реальные ромбододекаэдры (пояснения в тексте).

применительно к самым разным биологическим и физическим феноменам. Но какой бы проблеме ни были они посвящены, принцип диссимметрии всегда играет фундаментальную роль. Он связывает причины и следствия, фиксируя те и другие точеч-

ными группами симметрии в качестве статических или динамических инвариантов. Кроме того, он является философским принципом упорядоченного мышления, в равной степени глядящего в окружающий мир и внутрь себя. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 94-05-16070 и 96-05-64203.**

## Литература

1. Кюри П. О симметрии в физических явлениях: симметрия электрического и магнитного полей // Избранные труды. М.; Л., 1966. С.95—113.
2. Curie P. // J. de Phys. 1894. V.III. №3. P.393.
3. Войтеховский Ю.Л., Степенищikov Д.Г. // Зап. ВМО. 2004. №2. С.118—126.
4. Войтеховский Ю.Л., Степенищikov Д.Г. Комбинаторная кристалломорфология. Реальные кристаллографические простые формы. Апатиты, 2004.
5. Войтеховский Ю.Л., Степенищikov Д.Г. Комбинаторная кристалломорфология. Комбинации куба и октаэдра. Апатиты, 2007.

# «Достающее звено»

С.В.Дробышевский

Хотя в книге Ч.Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора» ничего прямо не говорилось об эволюции человека, но именно с ее публикации среди естествоиспытателей пошли споры о «недостающем звене» — промежуточной форме между обезьяной и человеком. О наличии этого звена особенно активно говорил Т.Гексли, предположивший существование в прошлом вида *Pithecanthropus alalus* — «обезьяночеловека бессловесного». Это название частично использовал Э.Дюбуа в 1894 г. для описания *Pithecanthropus erectus* — «обезьяночеловека прямоходящего». Гексли своего «обезьяночеловека» придумал, а Дюбуа нашел — на о.Ява, в виде черепной крышки и бедренной кости.

Сначала казалось, что картина эволюции человека окончательно прояснилась, тем более что позднейшие ступени тоже представлялись известными. Еще в 1857 г. немецкий учитель К.Фульротт явил миру найденного годом ранее неандертальца — как тогда многим думалось, прямого предшественника современного человека, уже не имевшего почти никаких обезьяньих черт. Цепочка обезьяна—питекантроп—неандерталец—сапиенс выглядела вполне достаточной и полной для окончательного торжества науки над религиозными ортодоксами (современные школьные учебники недалеко ушли от воззрений конца XIX в.). Однако сомнения никогда не оставляют



**Станислав Владимирович Дробышевский**, кандидат биологических наук, ассистент кафедры антропологии Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова, преподаватель. Область научных интересов — антропогенез, эволюция приматов, систематика ископаемых гоминид, адаптация древнейших сапиенсов к климато-географическим условиям, связь антропогенеза и культурной эволюции.

человеческий разум: тогда как Р.Вирхов доказывал, что скелет из Неандертала есть останки русского казака-дегенерата, умершего в пещере от тягот погони за Наполеоном (слишком покатый лоб он объяснял врожденной патологией, а слишком кривые ноги — постоянной верховой ездой), Э.Краузе приписывал кости с Явы гигантскому гиббону (объясняя этим опять же слишком покатый лоб и «слишком» прямую бедренную кость). Впрочем, новые находки развеяли этот туман, загадав зато новые загадки.

В первые десятилетия XX в. питекантроп перестал казаться таким уж обезьяноподобным, но тут же возник вопрос: а где же в таком случае «недостающее звено» между питекантропом и обезьяной? С тех пор погоня за «недостающим звеном» уже не прекращалась. Не помогло ни описание Р.Дартом австралопитека из Южной Африки, ни открытие — с другого конца» эволюционной линии — африканских проконсулов (за начало «очеловечивания» обычно принимается появление прямохождения, хотя такой подход не лишен недостатков). Весь XX в. разрыв между «обезьяньим» и «человеческим» концами сокращался, но сближение это напоминает погоню Ахиллеса за черепахой в апории Зенона — всегда кажется недостаточным, неполным, незавершенным.

Время тоже оказалось каким-то «резиновым»: если сначала на всю эволюцию человека отводилось около 100 тыс. лет, к середине XX в. говорили о 4 млн, а к концу века речь пошла уже о 10 млн. Как следствие, пробелы, которые, как казалось, можно заполнить одной-двумя удачными находками черепов, стали даже еще шире после открытия целых видов, например *Homo habilis*. Как нарочно, наиболее известные, образцовые и надежные кандидаты на роль человеческого пращура оказались представителями линий, не оставивших потомства (так случилось и с яванскими питекантропами, и с неандертальцами, и с европейскими дриопитеками, и с азиатскими сивапитеками). Ровная магистраль из нескольких последовательных эволюционных

стадий обратилась щетинистым кустом бесчисленных тупиковых ветвей, среди засохших колючек которых едва различима и почти затерялась тонкая нить истинных предков современного человека. В итоге эволюционная линия человеческих предков и предшественников известна лучше, чем какого-либо иного вида живых существ. Однако именно антропологам приходится чаще прочих слышать сетования насчет чересчур частой подмены пробелов в познании сомнительными реконструкциями и чрезмерным теоретизированием. Конец XX в. и особенно начало XXI в. ознаменовались открытием целого ряда «недостающих звеньев» по всей эволюционной линии, а прежде всего — ранних австралопитеков. Остановит ли этот поток находок гонку за «недостающим звеном»?

### Черда новейших открытий

На заре антропогенеза исследователи были склонны видеть прямого предка человека в любой находке ископаемых приматов, включая зубы гесперопитека из Небраски, на поверку оказавшиеся останками плиоценовой свиньи-пекари. Отчасти это объяснялось стремлением ученых к первооткрывательству, отчасти — немногочисленностью находок. В настоящее время антропологи стали осмотрительнее и разборчивее. Далеко не каждая находка получает гордое собственное латинское наименование и титул Великого Предка. И хотя в популярных заметках о новейших находках обязательны традиционные восторженные фразы о «перевороте в науке» и «новом, самом древнем предке», в научных статьях их уже не встретишь. Касается это и группы так называемых «ранних австралопитеков», или «преавстралопитеков», открытой в самое последнее время.

Примечательно, что череда новейших открытий в этой области началась теми же находками, коими на данный момент и завершается. В 1994 г. был описан вид *Australopithecus ramidus* [1], спустя год переименованный в *Ardipithecus ramidus* [2]. Тогда же на основе многочисленных находок в местонахождениях Канапои и Аллия Бей (Кения) описали *Australopithecus anamensis* (рис.1) — вид более древний и примитивный, чем *Australopithecus afarensis*, который долгое время оставался первым среди известных прямоходящих [3]. Анамские австралопитеки жили 4.2–3.9 млн лет назад. О существовании неких очень ранних австралопитеков, условно названных «*Preaustralopithecus*», знали давно, но их слишком редкие и фрагментарные останки долгое время не позволяли сказать нечто определенное. Так, еще в 1939 г. Л.Коль-Ларсен в местонахождении Гаруси (Танзания) нашел небольшой фрагмент верхней челюсти с двумя зубами, получивший много названий (например, *Praeanthropus africanus* или *Meganthropus africanus*). В 1965 г. в Канапои обна-

ружили конец плечевой кости, а в 1989 г. в местонахождении Фиджиж FJ4 (южная Эфиопия) — фрагменты черепов и зубы с датировкой 4–4.2 млн лет. Все эти обломки не занимали прочного места в схеме эволюции гоминид вплоть до описания анамского австралопитека, к коему и причисляются ныне. Любопытно, что, будучи преимущественно прямоходящими, эти гоминиды могли иногда передвигаться на четвереньках, опираясь на согнутые фаланги пальцев, как это делают гориллы и шимпанзе, о чем свидетельствует форма их лучевой кости. По этой и другим причинам не все антропологи видят анамского австралопитека в числе наших предков.

В 1996 г. последовало открытие первого австралопитека из Северной Африки — *Australopithecus babrelghazali* [4]. Обломок его челюсти, найденный в Республике Чад и датированный 3.0–3.5 млн лет, по многим характеристикам очень похож на челюсть *Australopithecus afarensis*. На исходе века, в 1999 г., научный мир узнал о новом виде австралопитеков — *Australopithecus garhi* [5]. Фрагменты его черепа и конечностей, найденные в Эфиопии, имеют возраст 2.5 млн лет. Таким образом, этот вид — самый поздний из группы так называемых грацильных австралопитеков (включая также восточно-африканского *Australopithecus afarensis* и южно-африканского *Australopithecus africanus*). Замечательно, что останки эти сопровождалась примитивными каменными орудиями труда и расколотыми костями антилоп.

Как всегда в таких случаях, возникло две версии такого сочетания: либо австралопитеки стали добычей более успешных гоминид, либо они умели изготавливать орудия и охотились на антилоп. На костях австралопитеков никаких следов орудий не найдено, так что вторая версия выглядит предпочтительнее. Значит, способность изготавливать каменные орудия — не уникальная особенность наших предков! Ведь челюсти и зубы *Australopithecus garhi* слишком специализированы, этот вид не входил в число наших предков; к этому времени уже появился *Homo habilis* — «человек умелый» — наш наиболее вероятный прямой предок. Следовательно, тогда на пути очеловечивания находились как минимум две независимые (хотя и родственные) группы. Тут можно отметить, что появившиеся тогда же массивные



Рис.1. Верхняя и нижняя челюсти *Australopithecus anamensis*, найденные в Аллия Бей (Кения).

австралопитеки (древнейший вид *Paranthropus aethiopicus* жил 2.6—2.3 млн лет назад в той же Эфиопии) несколько позже тоже, видимо, стали изготавливать каменные орудия, причем восточно-африканские *Paranthropus boisei* (2.3—1.1 млн лет назад) делали это независимо от южно-африканских *Paranthropus robustus* (2.5—0.9 млн лет назад). Группа массивных австралопитеков оказалась тупиковой, но и она могла стать основой для «своего» человечества. Впрочем, это совсем другая история [6, 7].

В 2001 г. французские антропологи опубликовали научное описание вида *Orrorin tugenensis* [8], громко прозванного в популярной печати Человеком Тысячелетия. Впрочем, первый зуб представителя этого вида нашли еще в 1974 г. в местонахождении Чебойт (Кения), но почти 30 лет он оставался непонятным добавлением к тогдашней картине эволюции австралопитеков. Оррорины жили на территории современной Кении 6.2—5.6 млн лет назад. К сожалению, серия фрагментов не включает никаких остатков черепов, кроме зубов. Судя по бедренным костям (рис.2), оррорины были вполне прямоходящими существами, хотя особенности мышечного рельефа плечевой кости и сильный изгиб фаланги пальца руки говорят об их способностях к древолазанию — лишь несколько меньших, нежели у шимпанзе.

В том же 2001 г. группа ученых описала более поздний кенийский вид австралопитеков *Kenyanthropus platyops*, живший 3.5—3.2 млн лет назад [9]. Самостоятельность кениантропов можно поставить под сомнение, ведь по большинству черт он мало отличается от давно и хорошо известного вида *Australopithecus afarensis*. Еще через год исследователи описали *Sabelanthropus tchadensis* (рис.3), в основном по черепу, получившему имя Тумай [10]. Это существо, жившее 7—6 млн лет назад на территории современной Республики Чад, имело небольшие клыки и, судя по расположению большого затылочного отверстия, было прямоходящим (или почти прямоходящим?). Однако целый ряд особенностей сахелянтропа напоминал современную гориллу, поэтому многие антропо-



Рис.2. Бедренная кость *Orrorin tugenensis* (Кения) дает основания считать их прямоходящими.

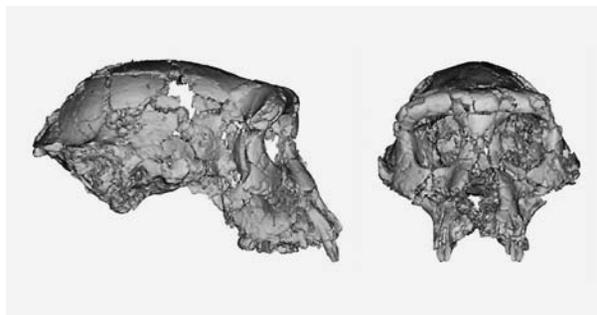


Рис.3. Череп *Sahelanthropus tchadensis*.

Судя по расположению затылочного отверстия, можно предположить, что это существо было прямоходящим [10].

логи склонны отводить ему почетную роль двоюродного прапрадедушки и не считать одним из наших непосредственных предков.

Совсем недавно, в 2007 г., описан, вероятно, прямой предок гориллы — *Chororapithecus abyssinicus*, обитавший на территории современной Эфиопии 10.5—10 млн лет назад [11]. Наконец, в 2008 г. описали челюсть и зубы *Nakalipithecus nakayamai* из Кении (9.8—9.9 млн лет) — последнего общего предка горилл, шимпанзе и гоминид, т.е. очередного «недостающего звена» эволюции [12]. Таким образом, разрыв между накалипитеком и сахелянтропом, хотя и весьма значителен, но меньше, чем между накалипитеком и предшествующими ему обезьянами.

Все перечисленные находки интересны и замечательны, но меркнут на фоне *Ardipithecus ramidus*. Надо сказать, что и его останки были известны задолго до описания в качестве самостоятельного вида. Так, еще в 1967 г. в Лотагаме (Кения) нашли фрагмент нижней челюсти с одним зубом (5.0—5.5 млн лет), который долго оставался «вещью в себе», а ныне отнесен к ардипитекам. То же самое можно сказать про старую находку челюсти из Табарина. Признание же нового вида состоялось лишь в 1994 г., а рода — в 1995-м, когда были описаны многочисленные находки из местности Арамис в долине р.Средний Аваш в Эфиопии, имеющие возраст 4.4 млн лет. Описанный в 2001 г. более древний подвид *Ardipithecus ramidus kadabba* сейчас часто признают за самостоятельный вид *Ardipithecus kadabba* [13]. Останки его представителей, найденные в местонахождении Алайла, недалеко от Арамиса, имеют древность 5.5—5.8 млн лет.

### Ардипитек из Арамиса

История описания скелета ардипитека — ярчайший пример научной добросовестности. Ведь между его обнаружением (1994) и описанием (конец 2009 г.) прошло 15 лет! Об уникальной наход-

ке заявили сразу же, но подробности долго оставались неизвестны, и у некоторых исследователей даже заронилось сомнение: «а был ли мальчик»? Все эти годы международная группа исследователей, в том числе первооткрыватель — Йоганнес Хайле-Селассие, трудились над сохранением рассыпающихся костей, реконструкцией раздавленного в бесформенный комок черепа, описанием морфологических особенностей и поиском функциональной интерпретации мельчайших подробностей строения костей. Ученые не стали предъявлять миру очередную скороспелую сенсацию, а глубоко и тщательно изучили самые разные аспекты находки. Для этого пришлось исследовать до сих пор неизвестные тонкости сравнительной анатомии современных человекообразных обезьян и человека. Естественно, для сравнения привлеклись и данные по множеству ископаемых приматов и австралопитеков. Мало того, детальнейшее рассмотрение геологических условий захоронения ископаемых останков, древней флоры и фауны позволило реконструировать среду обитания ардипитеков достовернее, нежели для многих более поздних австралопитеков [14].

Новоописанный скелет ардипитека — замечательный пример подтверждения научной гипотезы. В своем облике он идеально сочетает признаки обезьяны и человека (рис.4). Фактически тот образ, который полтора столетия будоражил воображение антропологов и всех, кому небезразлично наше происхождение, стал наконец реальностью.

Находки в Арамисе многочисленны — останки принадлежат не менее чем 21 особи. Из них наиболее важен скелет взрослой самки ARA-VP-6/500, от которого осталось около 45% костей (больше, чем от знаменитой Люси — самки афарского австралопитека из Хадара возрастом 3.2 млн лет!), в том числе почти весь череп, хотя и крайне деформированный. Особь имела рост около 1.2 м и могла весить до 50 кг. Существенно, что половой диморфизм у ардипитеков был выражен гораздо слабее, чем у шимпанзе и даже у более поздних австралопитеков (т.е. самцы были не намного крупнее самок). Объем мозга ARA-VP-6/500 достигал 300–350 см<sup>3</sup> — столько же, как у сахелянтропа, но меньше, чем обычно у шимпанзе [15]. Строение черепа довольно примитивное (рис.5). Лицо и зубная система ардипитеков не имеют специализированных черт, присущих австралопитекам и современным обезьянам. Такие особенности позволили предполагать, что ардипитеки могли быть общими предками человека и шимпанзе, либо только обезьяны, но прямоходящими, т.е. были двуногими прародителями шимпанзе. Впрочем, более тщательное исследование показало, что такая вероятность минимальна.

Учитывая строение таза ардипитека — широкого, но и довольно высокого, вытянутого (сочетающего, впрочем, обезьянью и человеческую

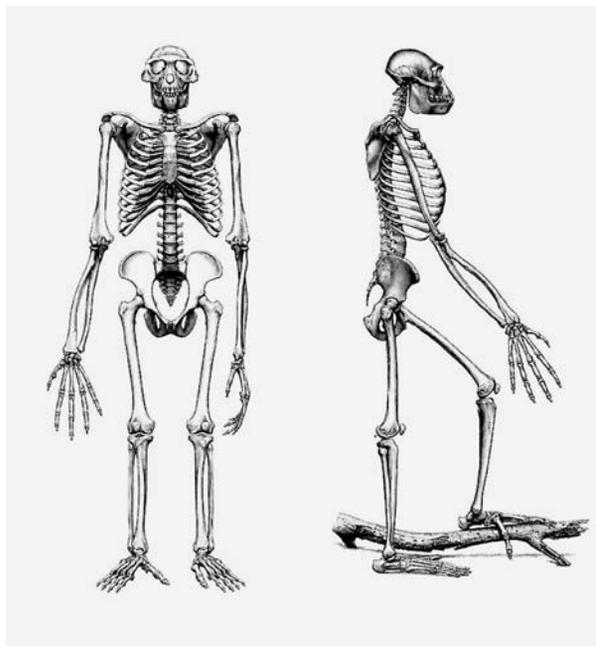


Рис.4. Скелет *Ardipithecus ramidus*, в облике которого идеально сочетаются признаки обезьяны и человека [23].

морфологию), вполне очевидно его прямохождение (рис.6). Однако длина рук, достигающих до колен, изогнутые фаланги пальцев рук, далеко отставленный в сторону и сохранивший хватательную способность большой палец стопы ясно свидетельствуют, что эти существа немало времени могли проводить на деревьях [16–18]. Авторы первоописания особо подчеркивают, что ардипитеки жили в достаточно закрытых местах, с большим количеством деревьев и зарослей [19, 20]. По их мнению, такие биотопы исключают классическую теорию о становлении прямохождения в условиях похолодания климата и сокращения тропических лесов.

О.Лавджой на основании слабого полового диморфизма ардипитеков развивает свою старую гипотезу о возникновении двуногости в результа-

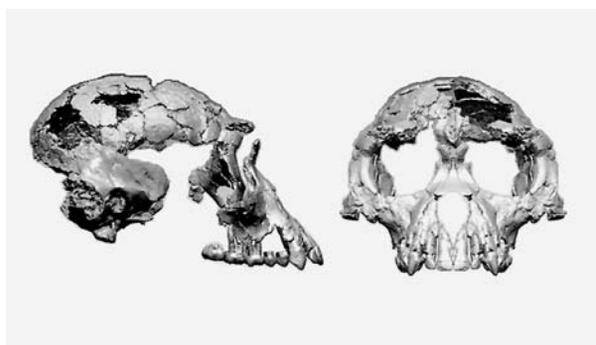


Рис.5. Череп *Ardipithecus ramidus*, имеющий довольно примитивное строение [15].

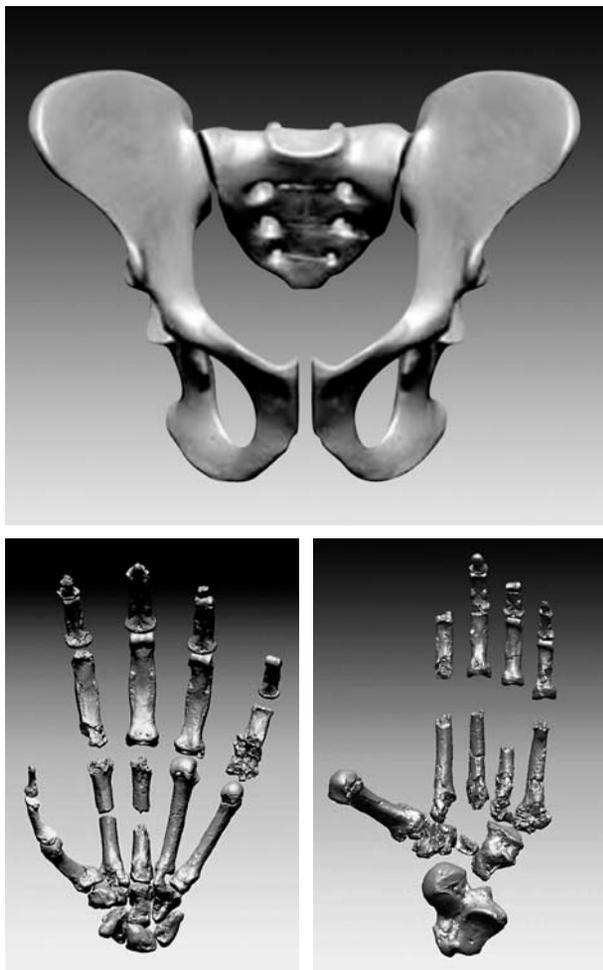


Рис.6. Таз, кисть и стопа *Ardipithecus ramidus*. Строение таза говорит о прямохождении ардипитека, а строение кисти — о том, что эти существа много времени могли проводить на деревьях [16—18].

те социальных и половых взаимоотношений, вне прямой связи с климато-географическими условиями [21]. Однако ситуацию можно рассматривать и иначе, ведь сторонники гипотезы происхождения бипедии при вытеснении лесов саваннами предполагали примерно такие условия, какие реконструированы для Арамиса. Ясно, что тропические леса не могли исчезнуть мгновенно, а обезьяны не могли освоить саванну в течение одного-двух поколений.

Замечательно, что именно этот этап так подробно изучен теперь на примере ардипитеков из Арамиса. Эти существа могли жить и на деревьях, и на земле, лазить по ветвям и ходить на двух ногах, а иногда, возможно, и опускаться на четвереньки. Питались они, видимо, различными растениями, как побегами с листьями, так и плодами, избегая какой-либо специализации, что стало залогом будущей человеческой всеядности [22]. Понятно, что социальная структура нам неизвестна,

но малые размеры клыков и слабый половой диморфизм свидетельствуют о невысоком уровне агрессии, слабой межсамцовой конкуренции и, видимо, меньшей возбудимости. Через миллионы лет это вылилось в способность современного человека сосредотачиваться, обучаться, тщательно, аккуратно и слаженно трудиться, кооперироваться, координировать и согласовывать свои поступки с прочими членами группы. Именно такие качества отличают человека от обезьяны.

Любопытно, что многие морфологические черты современных обезьян и людей, вероятно, имеют в своей основе особенности поведения. Это касается, например, больших размеров челюстей у шимпанзе, вызванных не каким-то специфическим питанием, а повышенной межсамцовой и внутригрупповой агрессивностью и возбудимостью. Примечательно, что карликовые шимпанзе бонобо, гораздо более дружелюбные, чем их обыкновенные собратья, имеют укороченные челюсти, сравнительно маленькие клыки и слабее выраженный половой диморфизм.

### Эволюция предков человека

На основе сравнительного изучения ардипитеков, шимпанзе, горилл и современных людей был сделан вывод, что многие черты человекообразных обезьян (например, передвигание на согнутых фалангах пальцев рук у шимпанзе и горилл) возникли независимо. До сих пор считалось, что от линии гоминид сначала отделилась единая линия человекообразных обезьян, которая затем разделилась на горилл и шимпанзе. Однако шимпанзе по ряду признаков больше похожи на ардипитеков, чем на горилл. Значит, отделение линии горилл должно было произойти до того, как появилась специализация к передвижению на фалангах пальцев, ведь у ардипитеков ее нет [23]. Впрочем, эта гипотеза имеет свои слабые стороны; при желании ситуацию можно представить и иначе.

Сравнение ардипитеков с сахелянтропом и более поздними австралопитеками лишний раз показало, что эволюция человеческих предков шла некими рывками. Общий уровень развития у сахелянтропа 6—7 млн лет назад и ардипитека 4.4 млн лет назад почти одинаков [24]. А спустя всего 200 тыс. лет (4.2 млн лет назад) у анамских австралопитеков появилось множество новых особенностей, которые, в свою очередь, мало менялись вплоть до появления ранних *Ното* (2.6—2.3 млн лет назад). Такие скачки или повороты эволюции были известны и ранее. Однако теперь мы можем определить точное время еще одного из них; можно и попробовать объяснить их, увязав, например, с климатическими изменениями.

Одно из удивительнейших заключений, которые можно сделать из изучения ардипитеков, —

это то, что человек по множеству признаков отличается от общего с шимпанзе предка *меньше*, чем шимпанзе или горилла. Причем это касается прежде всего размеров челюстей и строения кисти и стопы — частей тела, на особенности которых у человека чаще всего обращают внимание. По сути, многие детали у человека примитивнее, чем у современных обезьян, если за прогресс считать уровень отличия от общего предка. Ясно, что такой вывод может сильно не понравиться многим и многим людям (в первую очередь тем, кто склонен мыслить религиозными категориями или вообще идеализировать человечество). Но в том и состоит сила науки, что она оперирует фактами, а не эмоциями.

Австралопитеки — ключевая группа эволюции гоминид. Они, вероятно, никогда не покидали пределов Африки (хотя в Агригенте на Сицилии нашли загадочную верхнюю челюсть возрастом 3.5—5.0 млн лет, в 1985 г. ее описал Дж.Бичанини как *Australopithecus sicilianus*). Большинство линий австралопитеков зашло в эволюционные тупики. Они мало отличались от обезьян по строению черепа и мозга, но были той единственной уникальной группой, которая смогла перешагнуть грань животного состояния и ступить на путь очеловечивания. И сейчас благодаря усердному труду антропологов мы знаем основные этапы и даже многие детали этого пути, а «недостающее звено» уже не выглядит таким уж «недостающим». ■

## Литература

1. White T.D., Suwa G., Asfaw B. // Nature. 1994. V.371. P.306—333.
2. White T.D., Suwa G., Asfaw B. // Nature. 1995. V.375. P.88.
3. Leakey M.G., Feibel C.S., McDougall I., Walker A.C. // Nature. 1995. V.376. P.565—571.
4. Brunet M., Beauvilain A., Coppens Y. et al. // Comptes Rendus des Seances de l'Academie des Sciences. 1996. T.322. Serie IIa. P.907—913.
5. Asfaw B., White T.D., Lovejoy O. et al. // Science. 1999. V.284. P.629—635.
6. Дробышевский С.В. Ранние этапы эволюции человека // Как человек заселил планету Земля. М., 2006. С.254—283.
7. Дробышевский С.В. Предшественники. Предки? Ч. I: Австралопитеки. Ч. II: Ранние *Homo*. Москва; Чита, 2002.
8. Senut B., Pickford M., Gommery D. et al. // Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. Serie II: Fascicule A — Sciences de la Terre et des Planetes. 2001. V.332. №2. P.137—144.
9. Leakey M.G., Spoor F., Brown F.H. et al. // Nature. 2001. V.410. P.433—440.
10. Brunet M., Guy F., Pilbeam D. et al. // Nature. 2002. V.418. P.145—151.
11. Suwa G., Kono R.T., Katoh Sh. et al. // Nature. 2007. V.448. P.921—924.
12. Kunimatsu Y., Nakatsukasa M., Sawada Y. et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 2007. V.104. P.19220—19225.
13. Haile-Selassie Y. // Nature. 2001. V.412. P.178—181.
14. White T.D., Asfaw B., Beyene Y. et al. // Science. 2009. V.326. P.75—86.
15. Suwa G., Asfaw B., Kono R.T. et al. // Science. 2009. V.326. P.68e1—68e7.
16. Lovejoy C.O., Simpson S.W., White T.D. et al. // Science. 2009. V.326. P.70e1—70e8.
17. Lovejoy C.O., Suwa G., Spurlock L. et al. // Science. 2009. V.326. P.71e1—71e6.
18. Lovejoy C.O., Latimer B., Suwa G. et al. // Science. 2009. V.326. P.72e1—72e8.
19. White T.D., Asfaw B., Beyene Y. et al. // Science. 2009. V.326. P.75—86.
20. White T.D., Ambrose S.H., Suwa G. et al. // Science. 2009. V.326. P.87—93.
21. Lovejoy C.O. // Science. 2009. V.326. P.74e1—74e8.
22. Suwa G., Kono R.T., Simpson S.W. et al. // Science. 2009. V.326. P.94—99.
23. Lovejoy C.O., Suwa G., Simpson S.W. et al. // Science. 2009. V.326. P.100—106.
24. White T.D., Asfaw B., Beyene Y. et al. // Science. 2009. V.326. P.75—86.



# Климат и цивилизация: пример Древней Греции

С.Г.Карпюк

Широко обсуждаемый как в ученом сообществе, так и в обществе вообще феномен глобального потепления вызвал рост интереса к истории климата. Можно даже посоветовать на некий элемент «научного экстремизма» во всей этой шумихе, который выражается в постоянном внедрении в массовое сознание катастрофических сценариев климатических изменений. Климат — часть природной среды любой цивилизации, и его изменения неизбежно попадают в поле зрения не только климатологов, но и историков. «Климат является функцией времени: он изменяется, подвержен колебаниям, является объектом истории» [1. С.12]. Однако можно (с сожалением!) констатировать существенный разрыв между базирующимися на естественно-научных методах исследованиями климатологов (которые часто используют и данные археологии) и разысканиями историков, в основе которых лежит анализ письменных документов.

Впрочем, сравнительно близкие к нашему времени эпохи значительных изменений климата рассматриваются уже более комплексно, что привело к выявлению исторических последствий средневекового климатического оптимума (плавания викингов в Гренландию, к примеру) и малого ледникового периода в Европе, продолжавшегося примерно с XIV по начало XX в.



*Сергей Георгиевич Карпюк, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Института всеобщей истории РАН. Область научных интересов — история Древней Греции.*

Колебания климата, сопоставимые с современными или превосходящие их по масштабам, бывали и раньше, в том числе и в раннюю субатлантическую эпоху, в период существования и расцвета древнегреческой цивилизации в I-м тысячелетии до н.э. Но климатический фон древнегреческой цивилизации, как и «потепление римского времени»\*, не вызывают особого интереса даже среди специалистов-гуманитариев. Одна из причин такого отношения — реакция на широко распространенные концепции климатического детерминизма, которые, можно сказать, скомпрометировали саму идею влияния климата на цивилизацию. Начиная с трудов американского географа Э.Хантингтона [2] современная наука дает многочисленные примеры преувеличенного влияния кли-

\* Этот термин означает превышение современного уровня средних температур в Средиземноморье в период между I в. до н.э. и III в. н.э.

матических изменений на историческое развитие [3]. При реконструкции климата древних эпох многие ученые, стремясь построить стройные научные концепции, легко поддавались и поддаются «соблазну циклизма» и даже, по выражению французского историка климата Э.Ле Руа Ладюри, «демону цикломании» [1. С.15], стремясь определить период повторяющихся климатических колебаний. Из последних подобных построений следует отметить гипотезы отечественных исследователей В.В.Клименко (2400 лет) [4], а также А.С.Монина и А.А.Берестова (1600 лет) [5]. Другие ученые (немецкий климатолог А.Филлипсон, французский историк А.Эмар и Э.Ле Руа Ладюри) выступали против подобного подхода, но по разным побудительным причинам — первые двое утверждали, что климат с античных времен не изменился [1. С.16]. Но и сами специалисты-историки при

описании климата Древней Греции пользуются определенными стереотипами; в научной и учебной литературе распространено несколько предубеждений, которым, по моему убеждению, следует противостоять.

## Распространенные предубеждения

Климат Древней Греции обычно излишне идеализируют. К примеру, вот что писал о нем немецкий ученый конца XIX в. Г.Вейс: «Климат, суровый в гористых местностях, на большей части территории умеренный: зной, смягчаемый морским бризом, редко бывает томительным даже на юге полуострова. Воздух необыкновенно чист и прозрачен. Такие климатические условия не могли не повлиять благотворно на древнейшее население Греции и не побудить его к деятельности» [6. С.3]. И в современных пособиях содержится некая обобщенноположительная характеристика древнегреческого климата, зимний период часто не рассматривается, нет ничего ни о зимней одежде, ни об обогреве жилищ [7].

Конечно, как для Древней, так и для современной Греции характерен достаточно комфортный средиземноморский климат, с сухим летом и достаточно теплой, но влажной зимой. С точки зрения современного туриста, «Греция — страна ленивых дней под палящим летним солнцем на морском берегу и активных дней мягкого тепла южной зимы» [8]. С научной точки зрения, основные характеристики средиземноморского климата (согласно Ашману—Салларесу) следующие:

— в большинстве лет количество дождей, достаточное для осуществления успешного земледелия без искусственного орошения, но недостаточное для поддержания либо густых хвойных, либо широколиственных листопадных лесов;



Изменение климата Земли в эпоху голоцена.

[http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter18/long\\_term2.html](http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter18/long_term2.html)

— мягкие зимы без интенсивных и продолжительных периодов холодной погоды;

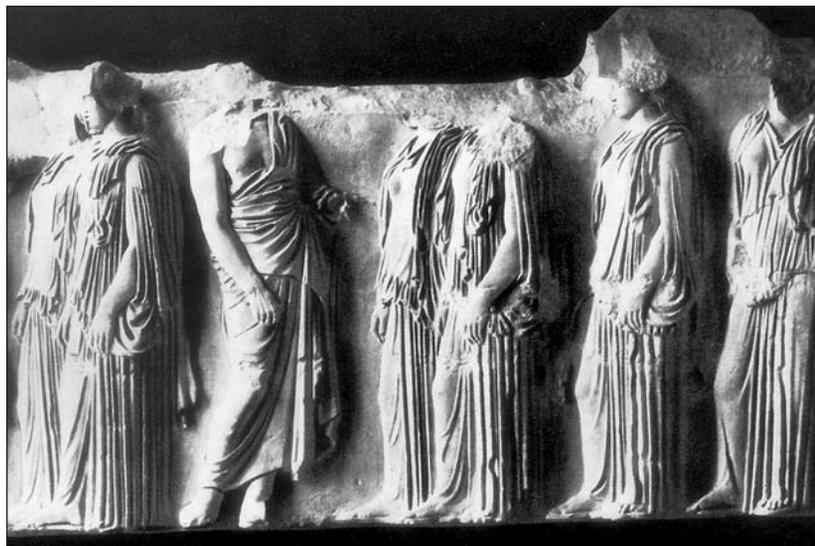
— по меньшей мере 65% всех осадков выпадает в зимнюю половину года, отчетливый сухой сезон в течение лета [9].

Часто средиземноморский климат определяют описательно, как характерный для областей, пригодных для произрастания оливкового дерева и виноградной лозы.

Средиземноморский климат, тем не менее, вполне совместим с зимними холодами, правда, кратковременными. «Мороз и снег редки, но существенны: оливковые деревья не могут про-

израстать в лощинах, где собирается холодный воздух» [8]. Еще «отец истории» Геродот писал, что после снегопада в течение пяти дней непременно должны выпасть дожди (II. 22)\*. Даже для современного климата Средней Греции характерны минусовые температуры зимой: об этом свидетельствуют данные метеорологических наблюдений

\* В статье используется традиционная система отсылок к стандартным изданиям античных авторов: указываются номера строк для стихотворных текстов, книг, глав и параграфов — для прозаических, традиционная пагинация — для философских сочинений Платона и Аристотеля.



Фрагмент фриз Парфенона.

**Таблица 1**

**Среднемесячные показатели температуры в современной Греции, °С, данные конца XX века**

	Афины	Афины 3-й части XX в.	Корфу	Ираклион (Крит)	Родос	Санторин (Фера)	Салоники
Январь	10,3	9,3	9,7	12,1	11,8	11,2	5,0
Февраль	10,7	9,9	10,3	12,3	12,0	11,2	6,6
Март	12,4	11,3	12,0	13,6	13,6	12,6	9,7
Апрель	16,0	15,3	15,0	16,6	16,6	15,5	14,2
Май	20,7	20	19,6	20,3	20,6	19,1	19,4
Июнь	25,1	24,6	23,8	24,3	24,7	23,3	24,2
Июль	27,9	27,6	26,4	26,1	26,9	25,4	26,5
Август	27,7	27,4	26,2	26,0	27,0	24,8	25,9
Сентябрь	24,2	23,5	22,7	23,4	24,6	22,5	21,7
Октябрь	19,4	19	18,4	20,0	20,6	19,0	16,1
Ноябрь	15,5	14,7	14,3	16,7	16,5	15,4	11,0
Декабрь	12,2	11	11,2	13,9	13,4	12,7	6,8

Афинской обсерватории. Сильные снегопады — редкое, хотя и не уникальное явление для этих широт: достаточно вспомнить знаменитый афинский снегопад начала января 2002 г., когда выпало около 40 см снега и премьер-министр Костас Симитис объявил чрезвычайное положение (современные греки не могут переносить холод). Среднесуточная температура в Афинах (37°58'с.ш.) в январе—феврале не превышает 10°C, а в наиболее холодные годы 7°C (данные 50—70-х годов XX в.). Абсолютные минимумы: -3.7°C (для декабря), -4.4°C (для января), -5.7°C (для февраля) [10] (табл.1, 2).

**Таблица 2**

**Климатические данные для Афин\* (1950–1970-е годы) [10]**

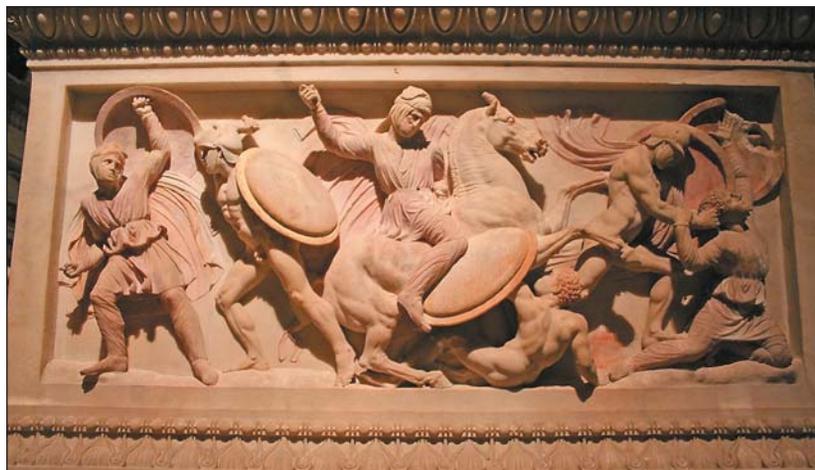
Параметры	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Среднемесячная температура воздуха °С	9,3	9,9	11,3	15,3	20	24,6	27,6	27,4	23,5	19	14,7	11	17,8
Среднемесячная максимальная температура воздуха °С	12,9	13,9	15,5	20,2	25	29,9	33,2	33,1	29	23,8	18,6	14,6	22,5
Среднемесячная минимальная температура воздуха °С	6,4	6,7	7,8	11,3	15,9	20	22,8	22,8	19,3	15,4	11,7	8,2	14
Абсолютная максимальная температура воздуха °С	20,9	22,5	27,8	32,2	36,2	41,9	42,3	42,6	38,4	36,5	27,7	22,2	42,6
Абсолютная минимальная температура воздуха °С	-4,4	-5,7	-0,7	-0,3	6,2	13,6	16	15,5	11,6	7,2	-1,1	-3,7	-5,7
Средняя сравнимая влажность, %	74	70	67	63	59	53	47	47	56	67	73	75	63
Средняя величина осадков, мм	62	36	38	23	23	14	6	7	15	51	56	71	402
Максимальная величина осадков за 24 ч, мм	47	61	42	30	50	49	24	39	143	67	57	48	143
Дни с осадками	12	11	10	8	7	5	2	3	4	8	12	12	93
Солнечные часы	149	156	190	215	232	292	364	340	272	210	129	108	2655
Средняя скорость ветра	1,9	2,2	2,7	1,8	1,8	1,8	2,2	2,2	1,9	1,8	2,3	2,1	2,0
Направление ветра	СВ	СВ	ЮЗ	СВ	СВ	Ю	ЮЗ	СВ	СВ	СВ	СВ	СВ	СВ

\* 37°58'с.ш., 23°43'в.д., 107 м над ур.м.

Климат Древней Греции неоправданно отождествляют с климатом современной Греции. Из книги в книгу уже почти век кочует утверждение, что климат классической Греции соответствует современному [11, 12]. Оно основывается на сравнении наблюдений греческого метеоролога Д.Эгинитиса со сроками цветения растений, описанных в ботанических трактатах Теофраста, относящихся примерно к 300 г. до н.э. [9]. Они совпали. Но ведь двухтомник Эгинитиса был опубликован в 1907–1908 гг. и основывался на наблюдениях предыдущих десятилетий [8]. А климат конца XIX в. значительно отличается от климата начала XXI в.

О том, что климат Древней Греции был холоднее современного, свидетельствуют естественно-научные данные. До 14 тыс. лет назад, в ледниковый период, климат Греции был значительно суше и холоднее, чем сейчас. Изменения климатических условий, более или менее похожие на современные, начинаются в 5-м тысячелетии до н.э. и заканчиваются в бронзовом веке [12]. Историки климата, оперирующие результатами дендрохронологии, бурения ледников, исследования пыльцы древних растений, повышения и понижения уровня морей и внутренних водоемов, единодушны в том, что начало и середина 1-го тысячелетия до н.э. — период похолодания (точнее, нескольких похолоданий), наиболее сильного в Северном полушарии за последние 10 тыс. лет, причем оно было даже несколько более существенно, чем знаменитый малый ледниковый период в Европе. Для Греции и Северного Причерноморья эти аномалии колебались между  $-0.5^{\circ}$  и  $-1^{\circ}\text{C}$  зимой и между  $-1^{\circ}$  и  $-2^{\circ}\text{C}$  летом [13, 14] (табл.2).

Климат древних можно реконструировать на основании естественнонаучных данных, но они дают только общую картину (часто по всему полушарию), не отражая в полной мере



Саркофаг Александра.

Фото А.С.Карлюк

специфики того или иного региона. Письменные источники, несмотря на их субъективный характер, позволяют существенно дополнить наши сведения о климате Древней Греции.

### Письменные источники о климате

Снег, мороз, замерзшие реки — совсем не уникальная тема и в гомеровском эпосе, и в «Трудах и днях» Гесиода (VIII в. до н.э.), и в поэзии Алкея (VII–VI вв. до н.э.). В сочинениях многих древнегреческих авторов V–IV вв. до н.э. содержатся многочисленные свидетельства суровости климата: драматурги Эсхил и Аристофан упоминали замерзшие реки севера Греции, около 442 г. до н.э. была поставлена «Антигона» Софокла, в которой (строка 340 и след.) преодоление суровости климата рассматривается в ряду величайших достижений человека. На рубеже 430-х и 420-х годов до н.э. афинское войско, по свидетельству платоновского «Пира» (219e, 220b), страдало от жестоких морозов при осаде Потидеи в Халкидике на севере Греции. Холода 420-х годов до н.э. во Фракии и в самих Афинах неоднократно упоминаются в комедиях Аристофана («Ахарняне» — строка 138 и след., 1141 и след.,

«Облака» — 961 и след., «Осы» — 435 и след. и т.д.). В аристофановских пьесах, предназначенных для постановки на зимнем празднике Ленеи, можно обнаружить немало намеков на суровость зимы и испытываемый зрителями дискомфорт. Основатель научной историографии Фукидид выделил зиму как особый период военных действий враждующих сторон в Пелопоннесской войне 431–404 годов до н.э. (V.20. 2–3).

На этот период приходится и первые систематические наблюдения над погодными условиями, которые осуществил знаменитый врач Гиппократ около 410 г. до н.э. Из четырех последовательных зим на о.Фасос (самый северный остров Эгейского моря) две были снежными, причем одна из них отличалась сильными морозами; еще в один год снег выпал в начале весны (Эпидемии. I. 1, 4, 7; III. 2).

Сразу после окончания Пелопоннесской войны, зимой 404/403 г. до н.э., Аттика была засыпана снегом: судя по описанию Ксенофонта в «Греческой истории» (II. 4. 3), этот снегопад напоминал январский 2002 г. в Афинах, когда выпало около 40 см снега. В 400 г. до н.э. воины — спутники Ксенофонта испытали на себе сильнейшие морозы (вино замерзло, греки отмораживали носы



Закат на Крите.

Фото автора

и уши) во Фракии (на территории нынешней европейской Турции и Болгарии) и с завистью рассматривали лисьи шапки-ушанки местных жителей (Анабасис. VII. 4. 3 и след.). Ксенофонт в трактате «О псовой охоте», написанном в 380-е годы до н.э., описывает довольно суровые зимние условия, во всяком случае в предгорьях Пелопоннеса (IV. 11; V. 1). Для знаменитого философа Аристотеля (IV в. до н.э.) замерзание воды, вина, загустевание оливкового масла — явления обыденной жизни, как и, кстати говоря, подледный лов на Черном море (!) (Метеорологика. I. 12, 347b, 348b; IV.7, 383b, 384a). Между прочим, для Аристотеля тепло и *холод* — творцы всех тел (Метеорологика. IV. 8, 384b). Нет сомнения, что свидетельства письменных источников подтверждают холодный климатический фон древнегреческой цивилизации в архаический и классический периоды ее развития (VIII—IV вв. до н.э.).

Следует подчеркнуть, что интерпретация сведений о климате, сообщаемых древними авторами, должна быть весьма осторожной и всесторонней. Можно привести близкий по хронологии пример из древнеримской истории. Овидий, оказавшийся в начале нашей эры в ссылке в Томах, на западном побережье Черного моря, с экспрессией умоляет Августа: «Если ты, как я прошу, сошлешь меня в менее суровое и более близкое место, то наказание мое станет гораздо легче... И хотя других ты изгнал за более серьезные преступления, никому не достался более отдаленный край, чем мне. Дальше него уже нет ничего, кроме холода, врагов и морской волны, скованной морозом» (Тристии. II. 185—196, перевод А.В.Подосинова). На этом основании некоторые авторы даже строили гипотезы о похолодании в Причерноморье [13]. Однако, как справедливо подметил Подосинов, «все описания, связанные с новым местом пребывания

поэта, служат одной цели: доказать, что на Земле нет более ужасного места, более холодной зимы, более диких людей и т.д., с тем чтобы вызвать сострадание у друзей и покровителей в Риме... Поэтому часто бывает трудно судить, насколько достоверна информация поэта относительно реалий местной обстановки в Томах» [14. С.34, 46]. Климат западного побережья Черного моря, если и отличался от климата Средней Италии, то неприципиально, и сочинения Овидия не дают однозначного подтверждения похолодания в эпоху ранней Римской империи.

Очень осторожно следует подходить и к анализу изображений на греческих вазах. Афинские вазописцы стремились не изображать холода и предметы зимней одежды (теплые накидки *систору*, *хлену*), которые использовались при похолоданиях [15]. «Идеальный» и даже бытовой образ грека архаической и классической эпох был несовместим с зимними холодами и специаль-

ной одеждой, которая мешала показывать телесные достоинства. Изображения на вазах свидетельствуют скорее не о реальных климатических условиях, а о греческих представлениях о них; идеологии здесь больше, чем климатологии. Нет изображений специфически зимней одежды — только легкие плащи: *хитон*, *хламида*, *гиматий*, иногда *пеллос*. Греческие представления о «непрестижности» зимней жизни вольно или невольно передались и современным исследователям [16].

## Выводы

Какой же вывод можно сделать из всего вышесказанного? Прежде всего — что климат Греции в классическую эпоху был достаточно суров и не столь уж комфортен. Конечно, «всяк кулик свое болото хвалит», и для Геродота Иония, а для Платона — Атика были самыми благодатными краями. Однако минусовые температуры и снег зимой в Афинах были вполне рядовыми явлениями. Что уж говорить о расположенных намного севернее греческих городах-государствах: в Халкидике, на Боспоре Фракийском или Киммерийском (на Босфоре или рядом с Керченским проливом), в других «суровых» — с точки зрения древних греков — местах. Керченский пролив замерзал, и на льду его сражались конные воины. Замерзали и реки во Фракии (современной Болгарии). Примеров суровости климата можно привести великое множество [17]. Впрочем, к сообщениям древних авторов нужно относиться критически, с долей здравого смысла. Так, знаменитое сообщение Страбона о лопнувшем от мороза медном сосуде, который хранился в храме в Пантикапее, не доказывает ничего, кроме того что из него не вылилась жидкость при температуре  $-4^{\circ}\text{C}$  или ниже. Судя по письменным источникам, климат классической Греции был никак не теп-

лее современного, а скорее — несколько более холодным. При этом, что весьма существенно, периоды похолоданий не были длительными; зима прежде всего ассоциировалась с дождями и бурями, а не со снегопадами и метелями, и Зевс, верховный бог древних греков, по преимуществу был подателем дождя. Поэтому специальных зимних жилищ или зимних приспособлений не требовалось, греки использовали для обогрева помещений вполне примитивные средства — очаг и жаровни (при этом, очевидно, существовали и какие-то емкости для подогрева воды). В сельских домах зимой использовали для проживания «внутреннюю» комнату, не продуваемую ветрами. Теплая одежда также существовала, но часто не была личной, а выдавалась по мере надобности.

Переносить непогоду грекам (особенно гражданам-мужчинам) помогала система физического воспитания, которая включала в себя и закаливание. Неслучайно отступление «десяти тысяч» греческих наемников из Месопотамии к Черному морю через горы Армянского нагорья зимой 401/400 г. до н.э., которое описал Ксенофонт в «Анабасисе», было сравнительно успешным. Несмотря на отсутствие специальной зимней одежды и особенно обуви, в целом отряд удачно справился с трудностями, хотя при преодолении перевала Тохталы к западу от оз. Ван (1300—1400 м над ур.м.) понес некоторые потери из-за морозов (Анабасис. IV. 4. 8 и след.; 5. 1 и след.).

Греки не любили зиму, не считали ее достойной изображения, однако греческая цивилизация смогла приспособиться к климатическим изменениям, выработала свой собственный способ их преодоления. Холодный климатический фон и колебания климата не стали помехой для развития древнегреческой цивилизации, напротив, возможно, даже способствовали выработке специфичес-

кого модуса преодоления природных невзгод.

Степень развития цивилизации проявляется и в «освоении» пространств времени, не используемых традиционными обществами: пространства ночи, пространства зимы. И здесь греки сделали огромный шаг вперед. Гесиод в VIII в. до н.э. предлагал жить в соответствии с традиционными ритмами и замедлять (в буквальном смысле этого слова!) человеческую жизнедеятельность зимой, подобно жизнедеятельности животных. А три века спустя в демократических Афинах классической эпохи шло настоящее «наступление» на зиму: независимо от погодных условий функционировали полисные институты, именно зимой организовывались новые празднества, и прежде всего театральный фестиваль Ленеи. Комедии Аристофана — памятный знак, трофей этой победы человека над силами природы. Зрителям аристофановских комедий, афинским судебным заседателям также приходилось подолгу сидеть под открытым небом в зимние месяцы, когда температура опускалась ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ . Часто упоминаемые в комедиях мужские болезни мочеполовой сферы вполне могли быть следствием зимнего переохлаждения.

Преодоление климатических условий достигалось за счет человеческого фактора, выдержки и выносливости. Но следом уже шли институализация, строительство помещений для судов, новых портиков и т.п. Древние греки классической эпохи ценили свое время, качество их жизни предполагало активную жизнь и в зимний период. И в этом аспекте древние греки послужили примером современной цивилизации. В знаменитом пассаже из «Антигоны» Софокла (строка 340 и след.): всепогодное мореплавание и преодоление суровости климата поставлены в ряд величайших достижений человека (земледелие, рыболовство и охота, коневодство и скотоводство, интел-

лектуальная деятельность, строительство, медицина, хитрость). Случайно ли, что «Антигона» была поставлена около 440 г. до н.э., через несколько лет после того как в 443 г. до н.э. в Афинах учреждается новый общегосударственный фестиваль — Ленеи, на котором разыгрывали театральные представления. Он проходил в месяце *гамелии* (в январе—феврале), т.е. в самый разгар зимних холодов, и многие шутки и намеки в комедиях Аристофана, представление которых приходилось на Ленеи, связаны с холодами и морозами.

Климат (как и природная среда в целом) был важным фактором в истории античной цивилизации. Важным, но далеко не единственным и, очевидно, не самым главным. В целом грекам вполне удалось приспособиться к похолоданию климата, произошедшему на рубеже 2-го и 1-го тысячелетий до н.э., и это никоим образом не сказалось на их историческом развитии. Напротив, греки стали «осваивать» зиму. Это касалось и перевозок

по морю. Сезон гарантированного мореходства считается в Средиземноморье период с апреля по октябрь включительно. Об этом писал еще Гесиод, на этом же настаивали и средневековые уставы, и знаменитый «родосский закон». Оратор Андокид в речи «О мистериях» совсем не риторически вопрошал: «В самом деле, что может быть опаснее для человека, чем плавание в зимнее время?» (I. 137). Причем эта опасность страшнее прочих, как то: быть захваченным врагами или пиратами; оказаться в руках варваров, будучи выброшенным на берег (I. 138). Только в Новое время, с XVII в., мореплавание в Средиземном море стало по-настоящему все-сезонным. Однако уже в период Пелопоннесской войны флоты враждующих союзов вели военные действия почти круглогодично, с перерывом разве что на пару месяцев; кроме того, хлебные транспорты из Египта, судя по всему, курсировали круглый год. Так что эпоха Возрождения классической древности распространилась в какой-то мере

и на мореплавание. Не является ли это еще одним подтверждением существования «греческого чуда», того огромного прорыва в разных сферах жизнедеятельности, который приближает древних греков к современности в гораздо большей степени, чем позволяет хронология?

Подводя итог, можно утверждать, что постепенные климатические изменения — разрешимая проблема для обществ, достигших уровня цивилизации, причем каждая цивилизация вырабатывает свой собственный, специфический, способ приспособления. Древние греки выбрали для себя не «технический», а «антропоцентрический» способ, который заключался в развитии человеческих возможностей. Впрочем, современным людям необязательно идти по их стопам; римляне, к примеру, уже широко пользовались обогревом жилищ и изобрели «теплый пол». Главное — выбрать собственную стратегию приспособления к климатическим изменениям и по мере возможности следовать ей. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 06-06-80078-а.**

## Литература

1. *Le Руа Ладюри Э.* История климата с 1000 года / Пер. А.С.Чаплыгиной. Л., 1971.
2. *Huntington E.* Civilization and Climate. New Haven, 1915.
3. *Fisher D.H.* Climate and History: Priorities for Research // Climate and History. Studies in Interdisciplinary History / Ed. R.I.Rotberg, Th.K.Rabb. Princeton, 1981. P.241—250.
4. *Клименко В.В.* О главных климатических ритмах голоцена // Доклады РАН. 1997. Т.357. №3. С.399—402.
5. *Монин А.С., Берестов А.А.* Новое о климате // Вестник РАН. 2005. Т.75. №2.
6. *Вейс Г.* История культуры народов мира. Древняя Греция. Истоки европейской цивилизации. М., 2005.
7. *Werner P.* Life in Greece in Ancient Times. Fribourg, 1977.
8. *Rackham O.* Climate // Encyclopedia of Ancient Greece / Ed. N.Wilson. N.Y.; L., 2006.
9. *Sallares R.* The Ecology of the Ancient World. L., 1991.
10. *Müller M.* Handbuch Ausgewählter Klimastationen der Erde. Trier, 1983.
11. *Phillipson A.* Das Klima Griechenlands. Bonn, 1948.
12. *Aymard A.* // REA. 1951. Т.53. №1—2.
13. *Клименко В.В.* Холодный климат ранней субатлантической эпохи в Северном полушарии. М., 2004.
14. *Бучинский И.Е.* О климате прошлого Русской равнины. Л., 1957.
15. *Подосинов А.В.* Произведения Овидия как источник по истории Восточной Европы и Закавказья: Тексты, перевод, комментарий. М., 1985.
16. *Boardman J.* Athenian Black Figure Vases. A Handbook. L., 1991.
17. *Соловьев С.Л.* Начало античной эпохи в Северном Причерноморье // Борисфен—Березань. Начало античной эпохи в Северном Причерноморье. К 120-летию археологических раскопок на острове Березань. Каталог выставки в Государственном Эрмитаже. СПб., 2005. С.6—24.

# Природный парк «Ленские столбы»

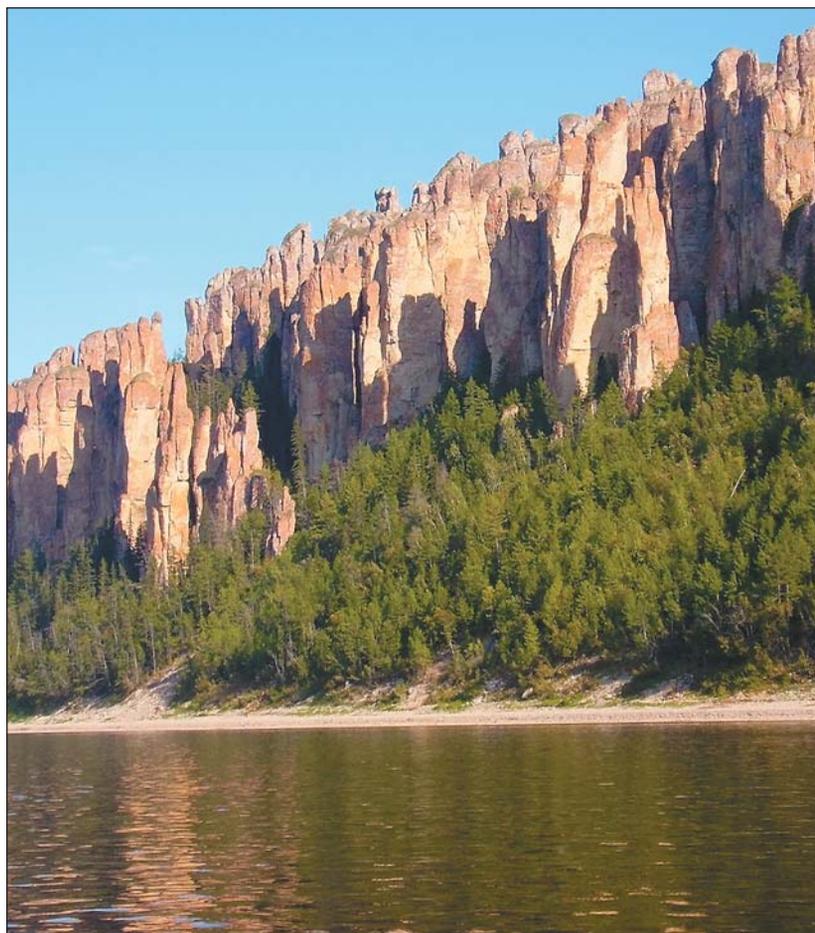
В.В.Степанова,

кандидат биологических наук

Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН  
Якутск

В 1995 г. был создан первый в Республике Саха (Якутия) природный парк «Ленские столбы». Вместе с буферной зоной он занимает площадь 1 млн 353 тыс. га. Территория парка располагается в области Приленского плато на юго-западной окраине Центрально-Якутской низменности. В его состав включены почти вся долина р.Буотамы (правого притока Лены), правобережье Лены (от устья Буотамы до границы Хангаласского и Олекминского р-нов), участок в бассейне р.Синей (левого притока Лены) и ряд уникальных памятников природы, истории и культуры левобережья Лены.

Трудно найти на карте Якутии другой такой район, где на небольшом клочке земли было бы сосредоточено такое обилие достопримечательностей. Живописные скалы Ленских столбов из крупноцветного песчаника высотой 120–130 м тянутся вдоль уреза воды на 40 км, это крупнейшие в мире кембрийские известковые отложения. С давних пор они привлекали туристов чарующей красотой и величием. Слоистая структура скал и белый налет на камнях говорят о том, что они были дном океана, находившегося здесь около 530 млн лет назад (кембрийский период). Фантазия человека может в очертании этих скал увидеть различные причудливые фигуры. В 1966 г. открылся первый всесоюзный туристический маршрут



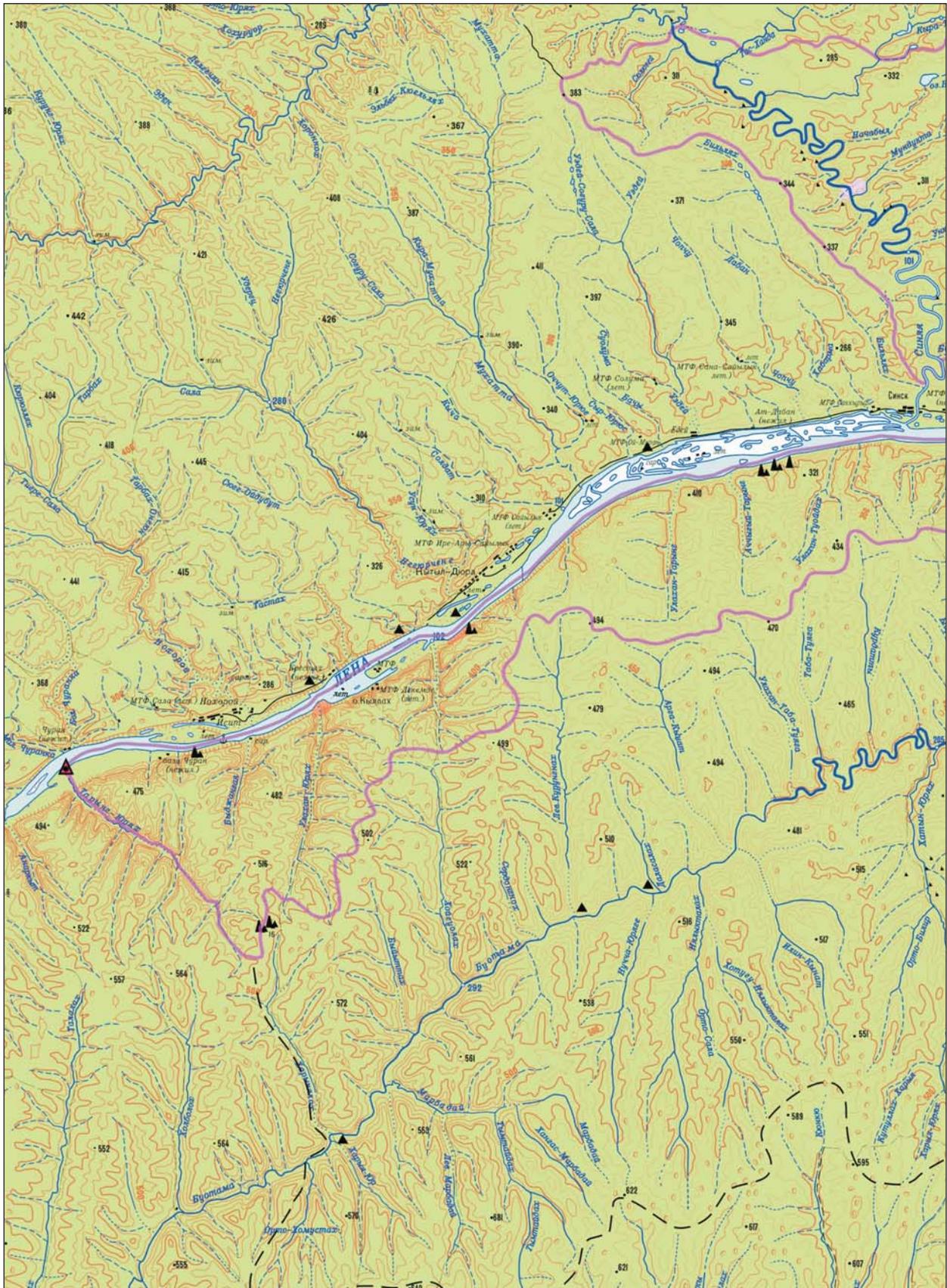
Базальтовые скалы Ленских столбов.

Здесь и далее фото автора

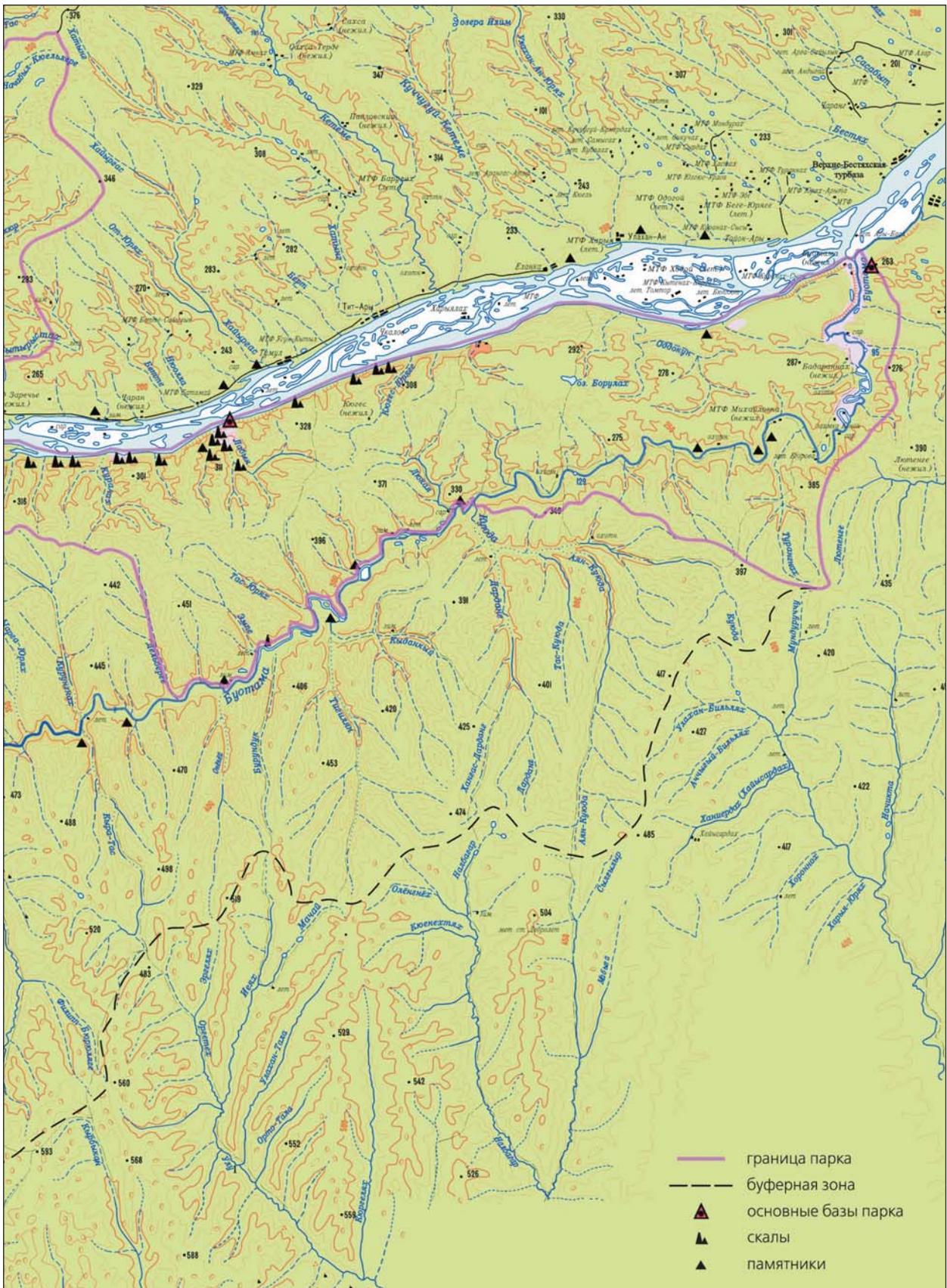
к Ленским столбам — с этого времени со всех уголков страны и из-за границы приезжают люди полюбоваться этим чудом природы.

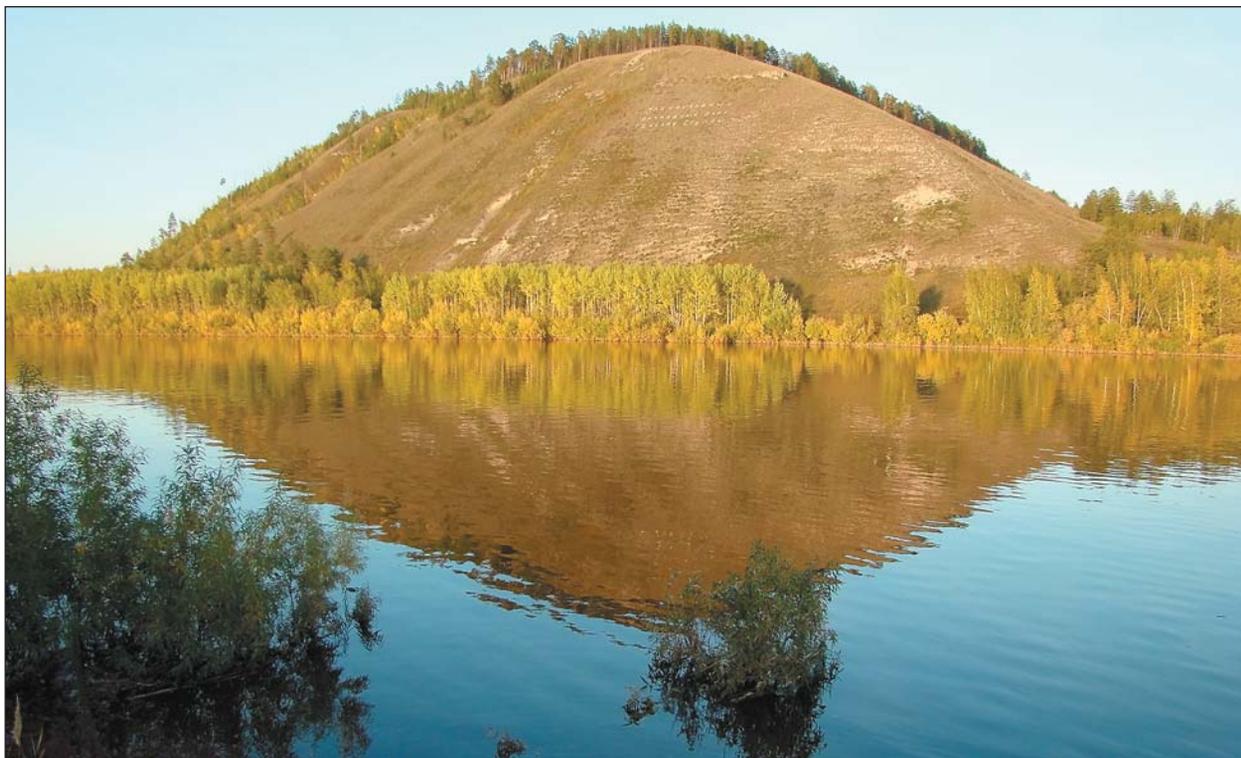
К памятникам природы на территории парка относятся и Синские столбы на изолированном участке р.Синей. Они имеют то же происхождение,

что и Ленские, и находятся в непосредственной близости от них. Но Синские столбы представляют собой гораздо более изящные, невысокие скальные образования, кроме того, на берегах р.Синей вдоль столбов сохранились свидетельства проживания здесь древних людей — наскальные рисунки [1].



Карта национального природного парка «Ленские столбы».





Петрофильные степи.

Эти замечательные памятники природы дополняются близлежащими тукуланами. Так в Якутии называют развееваемые пески, похожие на участки среднеазиатской пустыни, раскинувшейся в море тайги. Лишенные растительности эоловые формы рельефа — серпо-

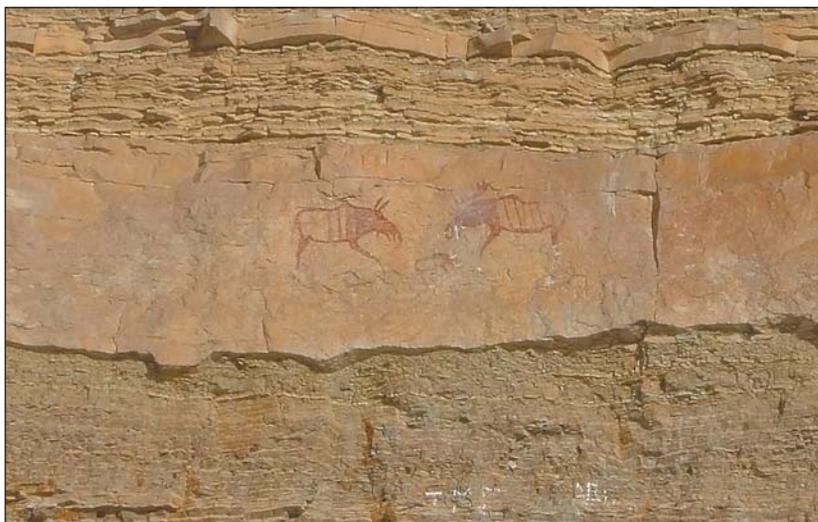
видные, скобообразные, копьевидные дюны, котловины выдувания; и только вместо характерного для пустынь перекаати поля — редкое для этих мест растение-эндемик тонконог Скрябина [2].

Встречаются и уникальные петрофитные степи. Весной

здесь можно увидеть медведя, изюбря и козулю, которые выходят полакомиться первой свежей зеленью и подснежниками.

На территории парка имеется множество археологических памятников в виде наскальных рисунков и стоянок древнего человека, весьма интересных в научно-исследовательском и просветительском плане. На правом приустьевом мысу ручья Диринг-Юрях, где находится стоянка древнего человека, в 1982—1995 гг. работала Приленская археологическая экспедиция. В 1982—1983 гг. обнаружены пять погребений в каменных ящиках, в которых были захоронены мужчины и мальчики. Возраст могильника определяется в пределах XVIII—XVI вв. до н.э. Захороненные здесь люди были современниками египетского фараона Тутанхамона.

Проводились на территории парка и геологические исследования. На участках Куруннаах и Кюэх-Хайа найдены останки мамонтов, бизонов и других жи-



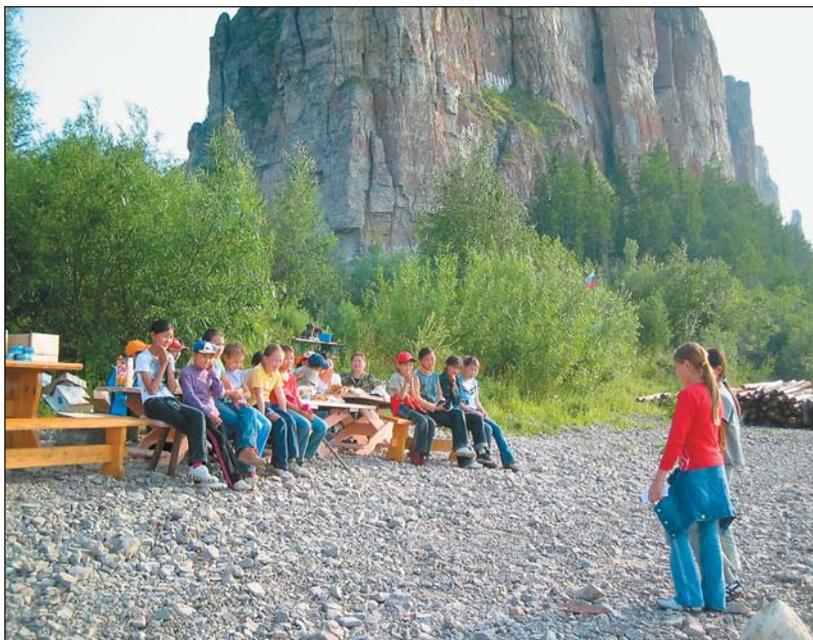
Наскальные рисунки.

вотных верхнеплейстоценовой (мамонтовой) фауны. Национальный парк хранит и другие раритеты. На скалах в большом количестве обнаружены писаницы, выполненные желтой минеральной краской древними жителями этих мест. Здесь встречаются и надписи древнетюркского рунического письма, и наскальные рисунки, образующие группы из множества изображений. До настоящего времени сохранились лишь фрагменты некогда обширных композиций. Семантика рисунков связана с культовыми верованиями древних жителей Якутии [1].

Здесь растут как минимум девять видов растений, занесенных в Красные книги разного ранга: самый красивый цветок Якутии — сардана (лилия пенсильванская); узколокальный эндемик Якутии, находящийся под угрозой исчезновения — редовския двоякоперистая [3]. Из животного мира подлежат охране 27 видов насекомых; семь видов обитающих здесь птиц занесены в Красную книгу Якутии. Ряд видов млекопитающих (изюбрь, пашенная полевка, все представители семейства рукокрылых и некоторые насекомоядные) характерны для южнотаежной фауны, в этой местности проходит северная граница их ареала. С организацией национального парка созданы объективные условия для сохранения и восстановления численности редких и исчезающих видов растений и животных.

На территории парка встречаются и следы сравнительно недавнего прошлого. Вдоль русла Буотамы сохранились остатки старинных железоплавильных печей, в которых якуты изготавливали ручным способом железо столь высокого качества, что русские поселенцы считали его лучше немецкого. Сейчас существуют планы реконструкции древнего производства.

В 2006 г. из Канады в Якутию были привезены для акклиматизации 27 лесных бизонов, для содержания которых на тер-



Экологический детский лагерь в устье Буотамы.

ритории парка в устье Буотамы был выстроен вольер. Первый приплод — шесть телят — переселен на другой участок в долине р.Синей. В настоящее время получен уже второй приплод — еще семь телят.

Парк в настоящее время имеет четыре зоны: заповедную, рекреационную, область регулируемого хозяйственного использования, буферную. В дальнейшем при более полном изучении биоты возможно создание дополнительных заповедных территорий на плакорных участках и на правобережье Буотамы [4].

На территории парка и в его буферной зоне заготавливается в разные годы 60—70% шкурок соболя, добываемого в Хангаласком р-не. По материалам учетных работ, проводимых в парке, состояние популяции местных соболей можно охарактеризовать как благополучное. Не последнюю роль в этом играют жесткие ограничения сроков промысла. В будущем предусматривается ввести запрет на отлов соболей капканами. Ограничение сроков охоты в этом случае произойдет есте-

ственным образом. На фоне сокращения численности соболей в целом по республике положительная роль охранного режима очевидна.

Сотрудники парка успешно проводят природоохранные мероприятия. В первый год его работы было раскрыто 50 фактов браконьерства. В последующем этот показатель заметно уменьшился. Вся территория поделена между пятью участковыми инспекторами. Однако их сил недостаточно, поэтому активно привлекаются волонтеры из числа добровольцев.

С открытием национального парка резко сократились случаи браконьерства, сведен к минимуму фактор беспокойства. Следует отметить, что заповедный режим привел к возрастанию численности некоторых животных. В местах усиленной охраны, например в устье Буотамы, численность изюбрия, косули, кабарги, медведя и некоторых других животных по сравнению с прошлым десятилетием возросла. По долине Буотамы проходит миграционный путь косуль.

В зимний период на территории парка проводится под-

кормка копытных сеном, и звери охотно посещают эти места. Весной, когда организм животных наиболее нуждается в минеральных солях, устраивают солонцы.

Большой урон копытным наносят волки, хотя их численность на территории парка невелика. В 2006 г. в восточной его части видели две стаи. Наблюдалась также заходы этих животных из долины р.Амги. В том году было уничтожено восемь волков.

Летом большой ущерб лесному фонду наносят пожары, на территории парка их в среднем вспыхивает три-четыре. Из-за отсутствия средств для принятия оперативных противопожарных мер ликвидация пожаров проводится медленно, что, конечно, приводит к выгоранию леса на больших площадях.

В парке до сих пор нет своего научного отдела. Научно-исследовательские работы проводятся совместно с институтами Российской академии наук и Якутским государственным университетом (ЯГУ) им.М.К.Амосова. Ежегодно проводится зимний маршрутный учет охотничье-промысловых животных для определения их запасов и плотности. Сотрудники Института биологических проблем криолитозоны СО РАН проводили работы по программам: «Инвентаризация биологических

ресурсов Национального парка природы «Ленские столбы», «Кадастр редких и исчезающих видов растений и животных», «Экологические основы расширения ареала изюбра в Центральной Якутии». Сотрудники департамента биологических ресурсов Министерства охраны природы республики произвели выпуск пеляди и озерной ряпушки в двух озерах.

Одна из главных задач национального природного парка «Ленские столбы» — экологическое образование и просвещение населения, в том числе подрастающего поколения. В этих целях ежегодно на территории парка организуются экологические лагеря для отдыха и обучения детей. Каждое лето в устье Буотамы работает экологический лагерь-экспедиция для учащихся школ и студентов биолого-географического факультета ЯГУ. В парк приезжают ребята из разных улусов республики, за летний сезон на территории парка отдыхает более 300 детей.

В обучающую программу экологических школ входят ежедневные занятия, лекции, экскурсии. В начале сезона дети после ознакомительных лекций выбирают темы работ, по которым в последующем ведут свои исследования под руководством учителей и ученых. Результат их работы — успешное участие в конференциях и тематических

олимпиадах. В частности, учащиеся принимали активное участие в конференции «Шаг в будущее», некоторые из них стали лауреатами республиканских и всероссийских этапов конференции [5].

Удачное сочетание природных и социально-экономических условий делает парк наиболее привлекательным для рекреации. Многочисленные геологические, палеобиологические и исторические памятники, наличие крупной судоходной реки Лены и пригодной для сплава р.Буотамы, близость автотрассы Якутск—Нерюнгри — весь этот комплекс благоприятствует процветанию туризма.

Экологическим туризмом парк занимается с 1996 г. Ежегодно территорию парка посещают 6—9 тыс. человек. В целом обстановка с развитием туризма на территории парка «Ленские столбы» выглядит сейчас достаточно благополучной.

Но, поскольку парк находится на стадии становления, есть и трудности: отсутствие жилого фонда, транспортных средств, связи и другие проблемы. Проведение рейдовых выездов тормозится из-за нехватки горючего. Оснащенность техникой очень слабая, не соответствует элементарным требованиям. Для тушения пожаров нет авиации, которая могла бы содействовать их быстрой ликвидации. ■

## Литература

1. Колосов П.Н. О геологических объектах Национального природного парка «Ленские столбы», имеющих мировое значение. Якутск, 2003.
2. Захарова В.И. Сосудистые растения реки Буотамы // Национальный природный парк «Ленские столбы»: геология, почвы, растительность, животный мир, охрана и использование: Сборник научных трудов / Под ред. Н.Г.Соломонова. Якутск, 2001. С.100—120.
3. Данилова Н.С., Иванова Н.С. Биологические особенности — *Redowskia soppiiifolia* в природе и культуре // Национальный природный парк «Ленские столбы»: геология, почвы, растительность, животный мир, охрана и использование: Сборник научных трудов / Под ред. Н.Г.Соломонова. Якутск, 2001. С.167—171.
4. Борисов Б.З., Яковлева Т.А. Место и значение национального природного парка «Ленские столбы» среди ООПТ Якутии // Национальный природный парк «Ленские столбы»: геология, почвы, растительность, животный мир, охрана и использование: Сборник научных трудов / Под ред. Н.Г.Соломонова. Якутск, 2001. С.9—15.
5. Протодьяконова Н.И. Организация летнего детского отдыха на территории национального природного парка «Ленские столбы» // Национальный природный парк «Ленские столбы»: геология, почвы, растительность, животный мир, охрана и использование: Сборник научных трудов / Под ред. Н.Г.Соломонова. Якутск, 2001. С.260—262.

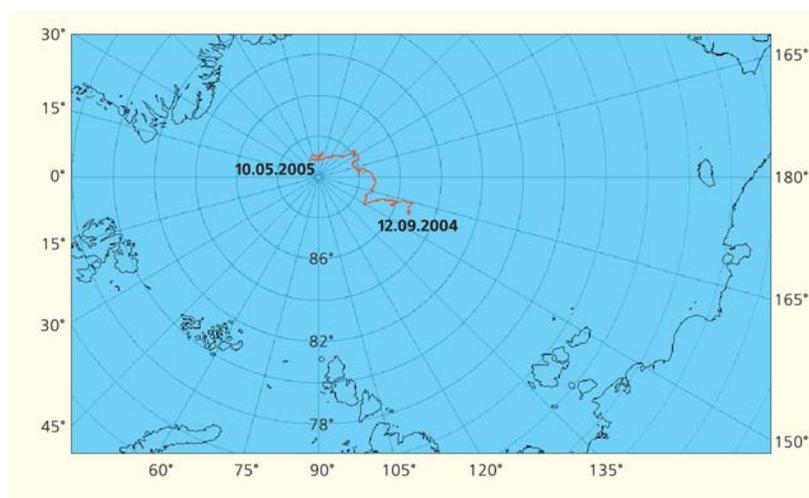
# Донные животные на льду центральной Арктики

И.А.Мельников, О.Н.Зезина,  
доктора биологических наук  
Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН  
Москва

История, о которой пойдет речь, имела с самого начала почти детективный характер. А начиналась она так.

Российская станция «Северный полюс-33» (СП-33) дрейфовала над глубоководными котловинами в центральной части Северного Ледовитого океана с 9 сентября 2004 г. (85°08'с.ш., 155°18'в.д.) по 5 октября 2005 г. (86°14'с.ш., 95°54'в.д.). Помимо стандартных гидрометеорологических наблюдений регулярно отбирались пробы льда для изучения видового состава находящегося в нем морских обитателей. Ежемесячно на одном и том же ледовом поле вблизи станции выбуривали керн, который затем делили на части, чтобы после растапливания льда можно было выделить организмы для микроскопического анализа. Благодаря многолетним исследованиям в Арктическом бассейне видовой состав ледовой биоты достаточно хорошо изучен [1], поэтому появление новых, ранее неизвестных для этого региона, видов вызывает у специалистов, изучающих биоту морских арктических льдов, либо недоумение, либо подозрение. Именно так случилось с нами.

Дело в том, что в одном из кернов, взятом в октябре 2004 г. в верхнем (0–20 см) слое, был обнаружен... комар. Комар во льду?! Каким образом над Арктическим бассейном с его мощными льдами, полярной ночью да в холод мог появиться комар? Непостижимо! Поэтому первое



Дрейф станции СП-33 в 2004—2005 гг. в районе трансарктического выноса льда в Северном Ледовитом океане (карта из архива Научно-исследовательского института Арктики и Антарктики).

объяснение, пришедшее на ум: либо комар занесен в пробу при транспортировке, либо попал туда уже при работе в лаборатории. Однако в нижней части того же самого ледового керна был найден рачок *Hastigerella psamma* (семейство Ectinosomatidae), ранее никогда не встречавшийся в биоте морского арктического льда. Это уж чересчур! Поскольку на тот момент никаких объяснений относительно появления во льду ни комара, ни рачка у нас не было, ничего не оставалось, как только сделать запись, что такая-то фауна отмечена там-то. И все.

Но каково же было наше изумление, когда буквально в следующей пробе льда мы обнаружили малощетинкового червя *Marionina spicula* (семей-

ство Enchytraeidae). А это типично бентосный вид — житель прибрежного морского грунта, часто встречающийся среди гниющих водорослей на литорали, например в прибрежной зоне Чукотского моря (по сообщению Б.И.Сиренко, Зоологический институт РАН). Как мог оказаться бентосный червь во льду, который дрейфует над трехкилометровыми глубинами в самом центре Северного Ледовитого океана, на удалении тысячи километров от ближайшего берега? Если появление комара во льду еще можно было бы списать на случайное загрязнение, то присутствие бентосного червя в этом биотопе подсказывало: что-то здесь не так. И объяснение действительно пришло с той же дрейфую-



И.А.Мельников с ледовым керном, выбуриваемым из льда специальным кольцевым буром.

Фото авторов



Рачок *Hastigerella psamma*, обнаруженный в нижнем слое ледового керна в октябре 2004 г.

Фото Ю.В.Сорокина



Малощетинковый червь *Marionina spicula* из верхнего слоя морского льда, имевшего толщину 270 см.

Фото Ю.В.Сорокина

щей станции и самым неожиданным образом.

В середине июля 2005 г. лайка по кличке Дикси, жившая на станции СП-33, обнаружила на поверхности тающего льда нечто неожиданное для собачьего чутья и стала разгребать лед, чем привлекла внимание своего хозяина — Василия Леонтьевича Кузнецова. Тот был поражен увиденным: в небольших проталинах лежала галька, мелкие камни, а также водоросли, створки моллюсков, офиуры, морские звезды, губки и др. Это случилось, когда станция находилась в 300 км от географического полюса. Вот чудо: собачка Дикси обнаружила на льду бентосную фауну беспозвоночных, все идентифицированные виды которой хорошо известны и встречаются на мелководье Чукотского и Восточно-Сибирского морей.

С поверхности льда, имевшего темновато-серый оттенок

в местах скопления гальки и животных, мы взяли две пробы. Большинство животных, собранных на площадке размером 300×300 м, находилось в проталинах. Здесь были обнаружены и потом зафиксированы формалином: две бокаловидные губки рода *Phakettia*, прикрепившиеся к гальке; гидроидные полипы рода *Abietinaria*; мягкие кораллы *Gersemia rubiformis* (розовые колонии до 2.5 см высоты); илистые домики полихет и бокоплавов (широкие, короткие, мягкие); равноногий рак *Mesidothea sibirica*; двустворчатые моллюски *Astarte borealis* (восемь экземпляров, некоторые — с сохранившимися остатками тела) и *Musculus* sp. (один обломок раковины); кладка брюхоногого моллюска семейства *Naticidae*; морская звезда *Lophaster furcifer*; мшанки двух видов — плоские колонии *Flustra foliacea* и кустистые колонии *Gemellaria loricata*.

Мы предположили, что все эти животные не осели личинками на нижнюю поверхность льда, а вмерзли в него уже будучи взрослыми. К этой мысли нас подтолкнуло несколько фактов: в пробах обнаружены только крупные, в том числе старые особи, а молодь вовсе отсутствовала; домики полихет образованы из илистого осадочного материала; у двустворчатых моллюсков нет бисуса — органа прикрепления к осадку; губки, мшанки и гидроидные полипы найдены прикрепленными к камням; равноногий рак — не всплывающий, а донный и очень крупный (около 10 см).

Чтобы понять, как появились все эти донные животные на поверхности льда и каким образом очутились в центральной Арктике, мы посчитали необходимым рассмотреть, во-первых, особенности формирования льда в прибрежной зоне [2, 3] и, во-вторых, дрейф льда в Северном



Обломочный материал, галька и бентосные беспозвоночные на морском льду дрейфующей станции СП-33.

Фото В.И.Кузнецова

Ледовитом океане [4]. В качестве примера использовали свои же наблюдения 1996–2001 гг. за взаимодействием льда с дном на побережье Белого моря в Кандакшском заливе.

На летней литорали в период отлива в илистых осадках кроме

фукусовых водорослей обитают двусторчатые моллюски, пескожилы, мелкие амфиподы и другие бентосные животные. Зимой литораль покрывается льдом, причем в отлив лед ложится на дно, а в прилив отрывается от дна. В зависимости от

берега (пологий протяженный или крутой скалистый) лед, формирующийся на этой акватории, может иметь самые различные формы и размеры. В результате многократно повторяющихся соприкосновений с дном вмораживаются в лед как



Донные животные, найденные на льду в центральном районе Северного Ледовитого океана в июле 2005 г.: а — морские звезды *Lophaster furcifer*, б — двустворчатые моллюски *Astarte borealis*, в — плоская мшанка *Flustra foliacea*, г — кладка брюхоногого моллюска семейства *Naticidae*, д — мягкий коралл *Gersemia rubiformis*, е — бокаловидная губка *Phakettia*.

Фото Т.А.Савиловой

минеральные частицы осадков, включая гальку, так и обитатели бентоса, в данном случае — фукусовые водоросли. В случае припайного льда эти процессы продолжают до весны, а в пе-

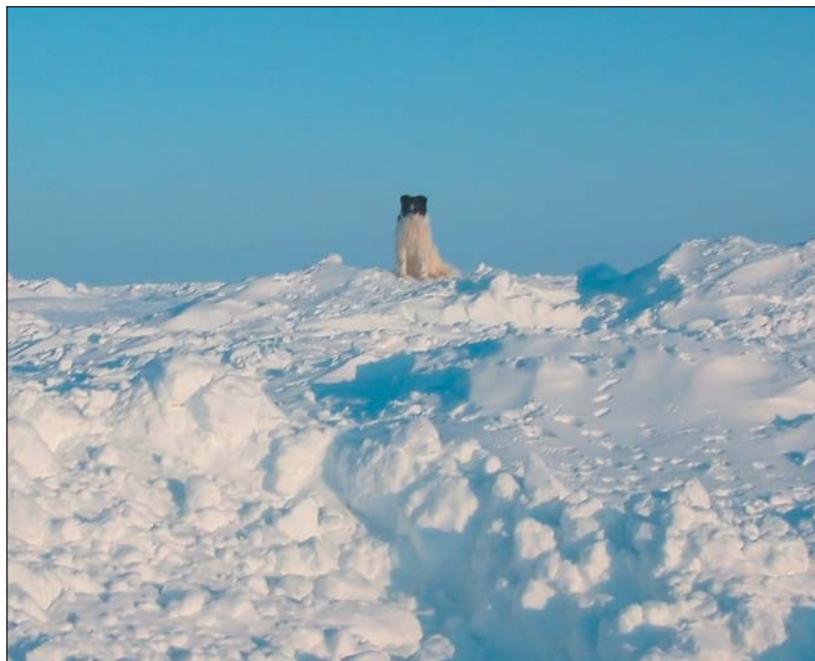
риод таяния все замороженные бентосные водоросли и животные выпадают изо льда в воду и затем на дно. В случае, когда при сильном ветре припай разрушается, часть взломанного

припайного льда может быть вынесена от берега в глубоководную часть моря, где уже нет контакта с дном, однако замороженные обитатели бентоса остаются во льду. Их дальнейшая

судьба зависит от многих физических факторов, среди которых, на наш взгляд, важное значение имеет интенсивность нарастания льда снизу.

Со времен первых арктических экспедиций известно, что в океане лед нарастает снизу, а тает сверху [2, 3]. Если допустить, что льдина с вмороженными бентосными животными оказалась вдали от берега, над глубоководной частью океана, то по мере зимнего нарастания льда и летнего стаивания все вмороженные обитатели будут постепенно продвигаться снизу вверх, другими словами — к свету. Время подъема бентоса зависит от толщины льда и скорости процессов таяния-нарастания. При современной толщине льда в Северном Ледовитом океане около 2 м и темпах таяния-нарастания льда около 1 м/год можно допустить, что через полтора года бентос, вмороженный снизу в лед, окажется наверху.

Любопытно, что время подъема бентоса соответствует времени дрейфа льда в Северном Ледовитом океане от побережья сибирских морей в центральные районы, где он и был обнаружен собакой Дикси. Остатки мягких тканей на раковинах двусторчатых моллюсков и морских звезд, а также хорошая сохранность колоний мягких кораллов позволяют предположить, что существует возможность переноса живых бентосных организмов через океан с мелководий Чукотского и/или Восточно-Сибирского морей. Иначе говоря,



Лайка по кличке Дикси, обнаружившая бентосную фауну на льду дрейфующей станции.

Фото В.И.Кузнецова

дрейф льдов может служить в качестве одного из средств расселения животных. Однако соотношение времени переноса (около двух лет в трансарктическом дрейфе льда) и вероятности сохранения живых особей во льду пока остается нерешенным вопросом, требующим отдельного исследования.

Необходимо отметить, что к этой работе помимо авторов причастны также специалисты, которых мы не можем не упомянуть с благодарностью. Так, В.Л.Кузнецов, сотрудник Научно-исследовательского института Арктики и Антарктики, собрал

пробы; Ю.В.Сорокин, дипломник МГУ, определил ледовую фауну по материалам СП-33; Е.Н.Куланшиева из Зоологического института РАН опознала «ледового» червя; сотрудники лаборатории донной фауны океана Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН Е.И.Крылова, Л.И.Москалев, Т.Н.Молодцова, А.Б.Дильман, К.Р.Табачник идентифицировали бентосные организмы; Т.А.Савилова, проведя электронную съемку объектов макрофауны, создала их «фотопортреты». И обеспечила всех нас этой работой лайка Дикси, нашедшая бентос на льду. ■

## Литература

1. Мельников И.А. Экосистема арктического морского льда. М., 1989.
2. Malmgren F. On the Properties of Sea Ice. The Norw. North Polar. Exped. With «Maud» 1918—1925. 1927.
3. Зубов Н.Н. Льды Арктики. М., 1945.
4. Трешников А.Ф., Баранов Г.И. Структура циркуляции вод Арктического бассейна. Л., 1972.

# Раскопки Бейского кургана в Хакасии

Л.А.Соколова,

кандидат исторических наук

Институт истории материальной культуры РАН

Санкт-Петербург

На окраине села Бея (Бейский р-н Республики Хакасия), в огороде усадьбы семьи Пайковых, трактором была задета каменная плита, перекрывавшая древнюю могилу. Надо заметить, что трактористы давно отказывались работать в огороде Пайковых, так как пахота час-тенько заканчивалась поломкой трактора. Но на этот раз хозяева решили выбросить все ненавистные им камни из огорода. Были сняты еще две больших плиты, после чего открылись стенки каменной гробницы. К огороду Пайковых сбежалось полсела. Еще не понимая, что же найдено, собравшиеся продолжили самостоятельные раскопки и вскоре наткнулись на какие-то мелкие косточки (как выяснилось позднее — скелетик младенца), а позже открылся череп взрослого человека. Односельчане, крайне заинтересованные перспективами обнаружения древнего клада, предлагали продолжить раскопки, однако хозяйка усадьбы, решительно прекратив эту затею, сообщила о находке в инспекцию по охране культурного наследия при Министерстве культуры Республики Хакасия.

В то же самое время неподалеку от села проводила раскопки Бейская археологическая экспедиция Института истории материальной культуры РАН, в составе которой работала и я. Мне и предложили заняться изучением этого погребения. При обследовании участка обнаружилось множество других

каменных конструкций, относящихся к крупному могильнику подгорновского этапа археологической тагарской культуры X—VIII вв. до н.э.

Под термином «тагарская археологическая культура» объединено три этапа: подгорновский (X—VIII вв. до н.э.), сарага-шенский (VII—III вв. до н.э.) и тесинский (II в. до н.э. — II в. н.э.). Основной их признак — мегалитический характер погребальных сооружений. Как правило, курганы окружены каменными оградками из плит девонского песчаника. В углы оград или в их простенки вкопаны камни высотой до 2—4 м.

К сожалению, состояние могильника в селе Бея оказалось критическим: насыпи курганов скрыты в ходе хозяйственных работ, элементы конструкций — гранитные угловые камни и плиты перекрытий могил вытаснены из оград и выброшены за пределы участка. Северная часть могильника находится под современной свалкой бытового мусора, южная — под грунтовой дорогой. Поскольку большой вопрос о финансировании археологических работ на могильнике так и не нашел решения, раскопки проводились только на одном, частично раскопанном жителями, кургане, получившем обозначение Бея I, курган 1. Помимо той каменной гробницы, которую затронули самостоятельные раскопки, здесь оказались еще три грунтовых могилы и одна могила с каменными конструкциями. Располагались они в ряд с северо-запада

на юго-восток, каждая в отдельной каменной оgrade.

В могиле 1 содержалось парное захоронение мужчины и женщины, частично разрушенное при подхоронении третьего покойника. Мужской скелет принадлежал взрослому человеку высокого роста и, судя по высокому рельефу костей конечностей, с хорошо развитой мускулатурой. У его правого предплечья лежало костяное изделие грушевидной формы со сквозным отверстием в узкой части. Аналогичному предмету в тагарских древностях неизвестны, но в европейской части страны встречались аналогичные изделия из металла — булавы. Возможно, найденный нами предмет имел такое же предназначение.

Справа у пояса в положении *in situ* был обнаружен однолезвийный нож с петельчатой рукоятью. У левого колена, также в первоначальном положении, была найдена плотная пачка костяных черешковых наконечников стрел, по всей видимости, первоначально уложенных в колчан. У женского скелета находился развал керамического сосуда с четырьмя желобками под венчиком, а рядом — бронзовые зеркало и нож с арочным навершием. Здесь же были найдены два костяных черешковых наконечника стрел, бронзовое шило, бронзовая полусферическая бляшка и фрагменты небольшого сосуда.

Могила 2 использовалась для погребений в течение трех хронологических периодов: сначала было совершено парное за-

хоронение, сильно поврежденное при последующих подхоронениях, а значительно позже в верхний ярус могилы поместили пожилого мужчину без сопроводительного инвентаря. При первых покойниках найдены бронзовый нож с грибовидной шляпкой, шило с ярусным навершием, костяной гребешок с циркульным орнаментом и бронзовое украшение — пронизка. В северо-восточном углу этой могилы стоял крупный керамический сосуд баночной формы. У правой кисти руки женского скелета находился небольшой красноватый сосудик на ножке-поддоне с округлым туловом и отогнутым венчиком. Все тулово сосудика покрыто вертикальными желобками — канелюрами.

Могилы 3 представляла собой тот самый каменный ящик, который был частично раскопан жителями села. В могиле мы расчистили непо потревоженный скелет взрослой женщины высокого роста. У локтя ее правой руки стоял керамический сосуд, в котором лежала лопатка крупной коровы, у левой ноги женщины находились ребра ягненка. На поясе обнаружено большое бронзовое зеркало диаметром 10 см. Погребенная была уложена по диагонали, так как в полном костюме просто не умещалась внутри гробницы. Поверх нее лежал скелет младенца до 1 года (тот, что был разрушен жителями села).

На дне могилы 4, которая представляла собой грунтовую яму, находилось потревоженное еще в древности тройное погребение двух мужчин и женщины. Весь инвентарь принадлежал женскому скелету: возле ее головы и шеи найдены бусы из мягкого камня розового цвета и бронзовые украшения — полусферическая бляшка и пронизка. У левой ноги среди костей животных, которые были помещены в качестве заупокойной пищи, лежали бронзовый нож с петлевым навершием и шило с грибовидной шляпкой.



Внешний облик людей из могильников в с.Бея. Реконструкция автора.

Самым богатым по инвентарю оказалось захоронение в могиле 5. Она перекрыта листовенным накатом, а внутри грунтовой ямы установлен каменный ящик из вкопанных плит песчаника размерами 2.0×2.5 м. Здесь были погребены мужчина, женщина подросткового возраста и юный воин; значительно позже сюда же захоронили взрослую женщину, потревожив при этом

уже находившиеся там скелеты. У пояса юного воина найден массивный бронзовый проушный топор с грибовидным обушком — редкого типа и в прекрасной сохранности. У его левой ноги лежали бронзовый пластинчатый нож и шило без навершия, а у правого колена — костяная дисковидная застежка, которую, очевидно, использовали для крепления колчана, состоявшего



Топор проушный с грибовидным обушком (курган Бея I, могила 5).



Находки из кургана Бея I: 1 — украшение в скифо-сибирском стиле (бронза); 2 — зеркало (бронза); 3 — булава (кость); 4—5 — украшения головного убора (бронза); 6 — гребень (кость); 7 — шило (бронза); 8—10 — ножи (бронза).

из набора втульчатых наконечников стрел. У головы взрослой женщины стоял сосуд с арочным орнаментом.

Надо подчеркнуть отличную сохранность как человеческих останков, так и бронзовых изделий, обнаруженных на кургане Бея I, что обусловлено составом почвы в данном районе. Все основные захоронения были ориентированы на северо-запад, и только впускное безынвентарное погребение в могиле 2 ориентировано в противоположную сторону — свидетельство того, что здесь захоронен человек иного происхождения.

В этих древних могильниках перед нами предстали люди европеоидного типа — очень высокого роста, с хорошо развитым и гармоничным скелетом, что характерно для представителей тагарской археологической культуры. Мужчина, погребенный в могиле 1, имел рост около 190 см, женщина из могилы 3 — 185 см, юноша, захороненный в могиле 5, несмотря на свой возраст, уже достиг 170 см, хотя его рост, судя по эпифизам, еще продолжался. Сопровождавшая его юная женщина тоже не намного уступала ему в росте.

Интересно, что в трех могилах были совершены парные захоронения мужчин и молодых женщин, в могиле 4 — двое мужчин и одна молодая женщина. Мужчины всегда лежали справа, женщины — слева. В могиле 2 среди костей разрушенного женского скелета были найдены две небрежно вырезанные костяные стрелы. Это обстоятельство заставляет подозревать насильственный характер смерти молодых женщин, сопровождавших мужчин в их последний путь.

Женские захоронения отличались обилием украшений, что традиционно для этой культуры.

Эффектно выглядят бусы из тенорита, розового туфа и стеатита. Тенорит — минерал черного цвета с металлическим блеском, розовый туф напоминает коралл, а стеатит белого цвета; яркий золотистый блеск добавляли ожерелью бронзовые трубочки-пронизки. В центре ожерелья находился клык кабарги со сквозным отверстием для подвешивания — традиционное украшение древних народов Минусинской котловины.

В районе грудного отдела женского скелета из могилы 4 найдено уникальное бронзовое изделие — фигурная подвеска с антиподальным, направленным в противоположные стороны, изображением передних частей туловища двух архаров. Это изображение, отличавшееся мастерским исполнением, относится к раннему этапу скифосибирского звериного стиля.

Уникален бронзовый топор с грибовидным обушком из могилы, где находился юный воин. Центральная часть топора декорирована треугольными фестонами. Внутри сохранилось деревянное древко топора с деревянными же втулками для крепления. Поскольку втулки по диаметру не больше современной спички, можно сделать вывод, что топор не предназначался для серьезной работы и, скорее всего, был церемониальным или сделанным специально для погребения. Это предположение подтверждается отсутствием следов работы на лезвии, зато сохранились микроследы от чистки абразивным инструментом.

Надо заметить, что, в отличие от грубо выполненных стрел из могилы 2, в колчаных наборах при мужских скелетах в могиле 1 и 5 стрелы были изготовлены великолепно — возможно, это ритуальные наборы,

созданные специально для погребения. В более позднее время, на сарагашенском этапе тагарской культуры (VII—III вв. до н.э.), практика изготовления специальных погребальных вещей становится обязательной.

Полагавшаяся каждому покойнику мясная заупокойная пища была уложена в короба из луба. Заметим, кстати, что кости крупного рогатого скота тоже отличались необычайно крупными размерами.

В научном мире Хакасия известна огромным количеством археологических объектов на единицу территории. История изучения минусинских древностей насчитывает почти 300 лет. Именно здесь в январе 1722 г. были проведены первые в России археологические раскопки. Их автор — ученый-путешественник Д.Г.Мессершмидт, который был специально приглашен Петром I для изучения Сибири и древностей Минусинского края в частности. К сожалению, интерес к археологическим памятникам имел для них самые печальные последствия, так как начались хищнические раскопки — «бугровщичество» стало для определенной категории населения источником дополнительного дохода. В итоге сейчас множество археологических памятников носят следы неоднократных ограблений. Тем большую научную значимость имеют такие могильники, как Бея I, где деятельность «бугровщиков» не фиксируется. Все нарушения целостности скелетов носят ритуальный характер, связанный с перезахоронением останков соплеменников. Однако, избежав тотальных ограблений XVIII—XIX вв., могильник попал в зону современной жилой застройки, что означает полное уничтожение памятника. ■

## Литература

1. Вадецкая Э.Б. Археологические памятники в степях среднего Енисея. 1986.
2. Евразия в скифскую эпоху. Радиоуглеродная и археологическая хронология. СПб., 2005.
3. Киселев С.В. Древняя история Южной Сибири. М., 1951.
4. Максименков Г.А. Материалы по ранней истории тагарской культуры. СПб., 2003.

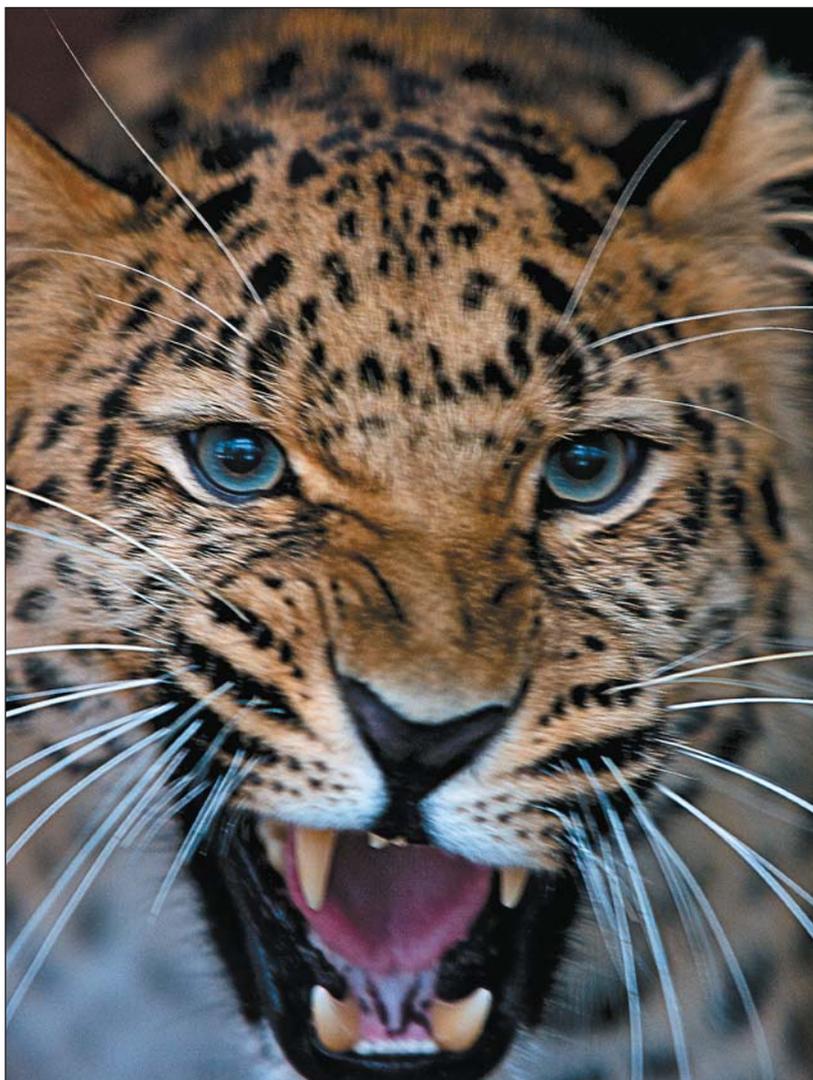
# Бюрократический экоцид, или ликвидация леопарда

Из редакционной почты

Поводом для обращения в редакцию послужили события, происходящие вокруг проблемы спасения и сохранения дальневосточного леопарда\*. Об актуальности проблемы пишут уже лет сорок многочисленные именитые деятели науки и природоохранных организаций, государственных и общественных, обремененные научными степенями, званиями и должностями. Я же пишу по долгу биолога — сохранить Жизнь на Земле.

В позапрошлом году состоялся решающий бюрократический удар по леопарду: ликвидировали заказники Барсовый и Борисовское Плато, частично прикрывавшие ареал леопарда. За малочисленностью охрана заказников была чисто символической, но хоть какая-то была! Однако видимость заботы о леопарде все же создана: на месте ликвидированных заказников распоряжением Министерства природных ресурсов и экологии (МПР) учрежден новый заказник — Леопардовый. На бумаге. Фактически такой организации нет! Правда, в «Положении о заказнике» написано, что охрана осуществляется силами заповедника Кедровая Падь. Не говоря уже о том, что заказник почти в десять раз больше заповедника, я, проработавший там 19 лет, могу утверждать — даже заповедник практически **не охраняется**. Да и чего ждать от охраны, которая осуществляется прадедовским методом: пешком с дубиной наперевес (у нас даже оружия нет!), на слух, на глаз да на авось — авось браконьер будет настолько глуп и неосторожен, что попадется навстречу.

\* Официальное зоологическое название вида — амурский леопард, или барс (*Panthera pardus orientalis*).



Леопард — престижный объект российского Дальнего Востока.

Фото В.Е.Шутова

При традиционном методе патрулирования группа инспекторов числом не менее трех (меньше нельзя по технике безопасности) идет по заповеднику, распугивая все живое, в надежде увидеть и задержать браконьера. Звери, конечно, пугаются, и потому зимой олени режут ноги о наст, а летом ланки бросают новорожденных телят.

Кто не был у нас в тайге, вероятно, не знает, что человека можно заметить примерно в сотне метров. Значит, патруль установит присутствие браконьера, окажется он впереди, слева или справа, на площади менее 2 га. Территория заповедника составляет 18 тыс. га, а численность охраны — 10 инспекторов. Получается не более **трех** патруль-

ных бригад, и на каждую — по 6000 га. Соотношение 2/6000 и есть реальная, теоретически максимально возможная **охраняемость** заповедника, т.е. вероятность найти браконьера.

И это еще не вся беда. Беда в том, что эффективность охраны определяется директором заповедника и контролерами из вышестоящих организаций по количеству протоколов, составленных инспектором на задержанных браконьеров. Проще говоря, чем больше браконьеров, тем лучше считается охрана! Абсурдность показателя «по протоколам» понятна каждому, но попробуйте это объяснить нашему руководству! Я пробовал — пяти директорам заповедников и министру МПР Ю.П.Трутневу — бесполезно. За министра мне ответил Р.Р.Гизатуллин (директор Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды и экологической безопасности МПР) — мол, показатель объективный, а традиционный метод охраны патрулированием за

многие годы доказал свою эффективность. Это при том, что за время существования заповедника численность копытных (основной добычи леопарда) в нем сократилась в 10 раз! За эту зиму лишь по периметру заповедника только с дорог было убито 15 оленей и косуль, а сколько перебито в заказнике, где никакого контроля над браконьерством нет вообще, — одному Богу известно. И вот эту псевдоохрану МПР хочет размазать на 160 тыс. га заказника! Чтобы создать там примерно такую же плотность охраны, как в заповеднике, надо взять на работу около сотни человек, да контролировать хотя бы дороги и периметры поселков — браконьеры то в основном из местных. И все это ради того, чтобы поймать одного браконьера тысяч из трех.

Самое страшное — при оценке работы «по протоколам» инспектор просто **заинтересован**, чтобы на его участке было больше браконьеров. Больше браконьеров — больше протоколов — лучше инспектор!

Причина этого абсурда понятна: всякий бюрократ, в том числе и из МПР, предпочитает пересчитывать (не читая) бумажки в теплом кабинете, а не делать контрольный маршрут по границе заповедника, чтобы увидеть браконьерские тропы, выбитые до голой земли, и оценить, во что обходится браконьерство. Охраняемость — нет такой строки в отчете! Не требуют этого ни директор, ни региональные природ-, охот-, сельхоз- и прочие надзоры, ни тем более министерство. И никто, никто не несет ответственности за браконьерство...

В заповеднике проблему охраняемости можно решить просто: с помощью сигнализации, установленной по периметру на браконьерских тропах. Шесть лет назад на своем участке я поставил самодельную сигнализацию. Результат поразил меня самого — браконьеры перестали ходить на мой участок! Думаете, директор (в то время — И.В.Маслова) меня похвалила? Наоборот, попыталась уволить. Вос-



«Рожки да ножки», оставшиеся от косули.

Фото автора

становиваться на работе пришлось через суд.

Как бы это ни выглядело странным, никто из инспекторов не захотел ставить у себя на участке такую систему. Довод простой: что, на каждый сигнал бегать? Обязательно! Даже если сигнал ложный (зверь пробежал, ветка упала), зато не пропустишь браконьера. Но коллеги готовы 200 раз в год ходить в бесполезные рейды, лишь бы не бегать по тревожному сигналу! Пусть ходят браконьеры, за это никакого спроса ни с кого... Просто люди, от инспектора до министра, не обремененные чувством долга и идеей Спасения Природы, твердо убеждены (но открыто, естественно, не говорят), что вся суета вокруг охраны природы и спасения леопарда — суть господская блажь, пустые слова городских умников для оправдания барских забав вдали от города.

Все это не «отдельные недостатки хорошей в целом» организации. Это **система** превращения праведного дела охраны природы в способ безопасного существования безответственных чиновников. Особую уверенность им придает полное отсутствие в СМИ каких-либо сведений о реальной ситуации с охраной природы вообще и с охраной (точнее, с ее отсутствием) леопарда в частности. Зато весь Интернет завален сообщениями об открытии несуществующего заказника! Даже если какой-нибудь молодой журналист и заинтересовался бы проверить мою информацию, он ведь не пойдет в тайгу, а позвонит директору или иному чиновнику «от экологии» в краевой администрации. А там, конечно, ответят, что, несмотря на отдельные недостатки, при поддержке науки и общественных организаций работа по сохранению леопарда успешно продолжается, система охраны развивается и совершенствуется и т.д. и т.п.

Наконец, в прошлом году состоялся еще один бюрократиче-

ский удар — по заповеднику Кедровую Падь, принадлежавшую Дальневосточному отделению Академии наук, передали в ведение Министерства природных ресурсов и экологии, т.е. того ведомства, от деятельности которого природу надо защищать! Последствия этой передачи мы почувствовали сразу — почти пять месяцев не получали зарплаты. Потом, правда, ее выдали полностью, но только после того, как старейшая сотрудница заповедника, кандидат биологических наук Р.И.Коркишко пригрозила голодовкой в открытом письме В.В.Путину. Затем наш новый директор С.А.Хохряков письменно известил нас, что зарплата будет уменьшена почти в два раза, практически до уровня прожиточного минимума в нашем крае — 7000 руб.

От урезания зарплаты пострадает не столько охрана, как охраняемость заповедника — трудно осудить людей за слова — «Как платить, так и работать будем». А Хохрякова, похоже, это мало волнует, он «внедряет» новшества. До нынешнего года выходные дни у инспекторов были по графику — в разные дни недели, чтобы не оставлять заповедник без охраны. Теперь по распоряжению директора все отдыхают в субботу и воскресенье, будто в эти дни заповедник не надо охранять! В дополнение ко всем неприятностям водители объявили «итальянскую забастовку». Машины стоят, вся охрана ходит пешком только на два ближайших к конторе участка. Остальной заповедник отдан браконьерам!

Для спасения (именно для спасения, не сохранения) леопарда нужны не бюрократические игры с переподчинениями и трансформациями, не бумажки, не конференции и симпозиумы, не увещевания по телевизору и не плакаты, на которые браконьеры не обращают внимания. Как минимум нужно **полностью запретить всякую охоту в ареале леопарда**. Сейчас под боком у заказника

существуют охотничьи хозяйства, в которых на законных основаниях бьют зверье, в том числе косуль — главную добычу леопарда. Нужно создать, наконец, полноценную охранную структуру **на весь ареал леопарда**. В Положения о заповеднике и заказнике, в должностные инструкции сотрудников охраны необходимо ввести ответственность за охраняемость территории, тогда инспекторы, начальник охраны и директор поопасаются попустительствовать браконьерству. Нужны технические средства контроля территории (радиомикрофоны, сигнализация), которые позволят меньшему количеству инспекторов работать на порядок эффективнее. Очень хочется надеяться на реанимацию предложения 30-летней давности о создании заповедника на территории заказника Борисовское Плато — это обеспечило бы более высокий статус охраны. Наконец, нужен полноценный реабилитационный центр (просто охраной леопарда не спасти!) по типу Лагеря Адамсонов, в котором прирученных котят леопарда можно будет реадaptировать к вольной жизни. Правда, для этого нужны такие же энтузиасты, как Джон и Джой Адамсоны.

Все эти «нужно» необходимо финансировать... Но ведь находятся же миллиарды на строительство к саммиту АТЭС (Азиатско-тихоокеанского экономического сотрудничества), а леопарды тоже престижный, «парадный» объект российского Дальнего Востока. Находятся миллионы долларов на конференции и семинары по проблеме сохранения леопарда. То, что леопарды еще живы, вовсе не заслуга заседающих на конференциях деятелей, и уж тем более не МПР. Просто живучи как кошки. ■

© Г.Н.Яснецкий,

инспектор охраны  
заповедника Кедровая Падь  
пос.Приморский (Хасанский р-н  
Приморского края)

# ЛОВЕЦ КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

К 100-летию со дня рождения С.Н.Вернова

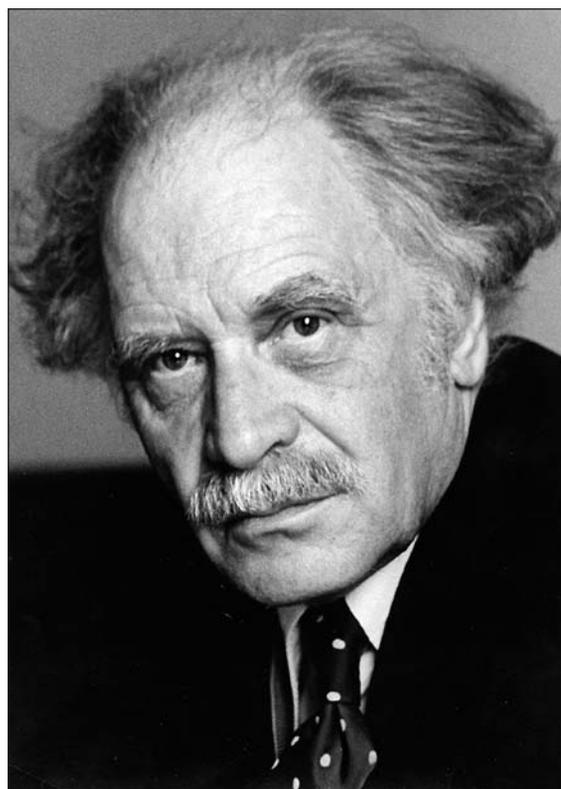
Межпланетное и околоземное космическое пространство — не такая уж пустота, как многие люди думали когда-то, а некоторые считают и сейчас. Оно отделяет нас от Солнца и одновременно соединяет с ним невидимыми связями. Физические процессы в окрестности Земли сильно зависят от свойств межпланетной среды и переменного солнечного воздействия, которое передается сюда в первую очередь электромагнитным излучением и потоками заряженных частиц. Эта зависимость тем заметнее, чем дальше мы уходим от Земли в космос и чем детальнее хотим понять разнообразные явления на самой Земле и вокруг нее. Неудивительно, что интерес к неотъемлемой, хотя и не самой ближней части нашей среды обитания растет.

Основные физические свойства околоземного космического пространства и межпланетной среды долгое время весьма успешно изучались и продолжают изучаться дистанционными способами с использованием всевозможных наземных астрофизических и геофизических наблюдений. Но когда были созданы ракеты и космические аппараты для доставки измерительных приборов непосредственно в интересующую нас точку пространства, произошел настоящий прорыв. «Космический бум» принес качественно новое пополнение знаний, их количественное уточнение и вместе с тем ряд неожиданных открытий.

Одним из основоположников изучения и освоения космического пространства был Сергей Николаевич Вернов, автор ряда фундаментальных исследований космических лучей и связанных с ними проблем физики высоких энергий, плазменных явлений, астрофизики и геофизики.

С.Н.Вернов родился 11 июля 1910 г. в г.Сестрорецке под Санкт-Петербургом. После окончания средней школы и одного курса Механического техникума в 1927 г. стал студентом физико-механического факультета Ленинградского политехнического института, который окончил в 1931 г. Еще студентом он начал работать в Радиовом институте лаборантом. С 1931 г. — аспирант, а после окончания аспирантуры в 1934 г. — старший научный сотрудник этого института. В 1935 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Изучение космических лучей в стратосфере при помощи радиозондов». После этого поступил в докторантуру Физического института им.П.Н.Лебедева в Москве, где в 1939 г. состоялась защита диссертации на тему «Широтный эффект космических лучей в стратосфере и проверка каскадной теории». До 1943 г. работал в ФИАНе, затем перешел на основную работу в МГУ на должность профессора кафедры атомного ядра и радиоактивных излучений, которая впоследствии стала называться кафедрой космических лучей и физики космоса. Заведовал ею с 1949 г. до последних дней своей жизни. В 1946 г., после создания Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ (НИИЯФ МГУ), становится заместителем директора Д.В.Скобельцына, в 1960—1982 гг. работает директором и заведующим отделением ядерной физики, куда входит несколько кафедр физического факультета. Член-корреспондент АН СССР с 1953 г., действительный член АН СССР с 1968 г. Лауреат Государственной (1949) и Ленинской (1960) премий. Герой Социалистического труда (1980). Сергей Николаевич Вернов скончался 26 сентября 1982 г. в Москве.

Если попытаться предельно лаконично охарактеризовать итоги научного пути академика Вернова, выдающегося ученого и организатора науки, то неполный перечень его основных достижений можно сформулировать так. Он впервые в мире применил методiku высотных автоматических исследований космических лу-



С.Н.Вернов

чей с помощью стратосферного радиозонда. Подробно исследовал электронно-фотонную, мезонную и ядерную компоненты космических лучей в стратосфере, измерил восточно-западную асимметрию потоков первичных космических лучей и доказал, что она создается в основном протонами, исследовал механизм рождения вторичных частиц. Под его руководством в МГУ в 50-х годах была создана уникальная установка для регистрации частиц сверхвысоких энергий и открыта аномалия в энергетическом спектре первичных космических лучей при энергии  $\sim 10^{15}$  эВ. При запусках первых искусственных спутников Земли (ИСЗ) он вместе с сотрудниками открыл и исследовал внешний радиационный пояс, детально выяснил природу и динамику внутреннего пояса, обнаружил явление стока частиц радиационных поясов над отрицательными магнитными аномалиями Земли. Помимо чисто научного интереса эти работы имеют большое прикладное значение, так как оценка радиационных условий может быть критической для технических устройств и человека в космосе и на самой Земле. Вклад Вернова в развитие исследований по проблемам космического материаловедения и радиационной безопасности в космосе также трудно переоценить. Он основал большую научную школу по изучению космических лучей и физике космоса, достижения которой отмечены тремя Ленинскими, пятью Государственными премиями и другими наградами.

Быстрое изменение и развитие представлений об окружающем межпланетном и околоземном пространстве, начавшееся в середине XX в., продолжается и сейчас. Как именно — расскажет предлагаемая вниманию читателя статья. Материал, публикуемый вслед за ней, добавит некоторые личные штрихи к портрету ученого.

## Среда, в которой «обитает» Земля

И.С.Веселовский,  
доктор физико-математических наук  
Москва

Сергей Николаевич Вернов, выдающийся отечественный ученый, стоял у истоков научных исследований в области физики космических лучей и космофизики, внес в нее свой крупный личный вклад и создал научную школу по этим актуальным направлениям [1—3]. В настоящее время многие общие сведения отражены в обширных справочных пособиях, монографиях и учебных курсах, требующих, однако, постоянного обновления [4—6]. Не претендуя ни в коей мере на полноту изложения, приведем лишь несколько примеров, которые удобны для иллюстрации истории открытий, достижений и проблем.

### Радиационные пояса и магнитосфера

Открытие радиационных поясов при полетах первых искусственных спутников Земли стало полной неожиданностью. Исследователи хотели измерить потоки частиц космических лучей высоко за пределами земной атмосферы, а обнаружили, что так называемые зоны Штермера вокруг Земли до отказа заполнены энергичными заряженными частицами. Теория Штермера, который детальнейшим образом исследовал аналитически и численно движение заряженных частиц в дипольном магнитном поле еще в начале XX в., предсказывала, что более энергичные частицы могут удерживаться только вблизи

Земли, где сильнее магнитное поле. Однако об источниках этих частиц в зоне захвата ни он, ни кто-либо другой даже и не догадывался. По умолчанию эти зоны считались пустыми. С течением времени картина прояснилась, были получены обширные данные и разработаны адекватные теории. В 1960 г. Вернов был удостоен Ленинской премии вместе с группой других ученых за открытие и исследование внешнего радиационного пояса Земли и исследование магнитного поля Земли и Луны.

Земное магнитное поле — неплохая ловушка для захвата и удержания достаточно энергичных заряженных частиц в магнитосфере (рис.1). Протон с энергией в десятки—сотни ме-

гаэлектронвольт в такой ловушке совершает ларморовское вращение вокруг магнитного поля с периодом в десятые доли секунды. Одно колебание вдоль силовой линии происходит с периодом порядка секунд, а обход вокруг Земли — с периодом порядка минут. Периоды этих трех вращательных движений с энергией растут по-разному. Каждому из этих движений отвечает своя величина действия, являющаяся приближительным инвариантом. В результате этого обход вокруг Земли для большинства частиц происходит по дрейфовым оболочкам, пересекающим плоскость экватора при одной и той же величине напряженности поля (рис.2).

Ключевым параметром, ограничивающим область захвата, служит штермеровский радиус (длина). Он определяется по формуле  $C_{st} = (eM/mcv)^{1/2}$ , где  $e$  — электрический заряд частицы,  $m$  — ее масса,  $M$  — магнитный момент Земли,  $c$  — скорость света,  $v$  — скорость рассматриваемой частицы. Из этой формулы ясно видно, где быть захваченным протонам, а где электронам при тех же энергиях. Важна «жесткость» (отношение импульса к заряду частицы), а не масса или энергия в отдельности. Например, для протонов с энергией 100 МэВ штермеровский радиус равен 3.7 радиуса Земли. Такие частицы хорошо удерживаются в отведенной им зоне. Для протонов с энергией 1 МэВ эта длина в 10 раз больше, т.е. 37 радиусов Земли, что значительно превышает характерный размер магнитосферы в ее подсолнечной точке, который составляет всего десяток радиусов. Такие частицы, как и менее энергичные ионы, удерживаются плохо, лишь частично. Они не могут совершить полного оборота вокруг Земли и при своем дрейфе вокруг нее покидают магнитосферу, пересекая магнитопаузу и выходя в переходную область и в солнечный ветер (см. рис.2). Помимо устойчиво

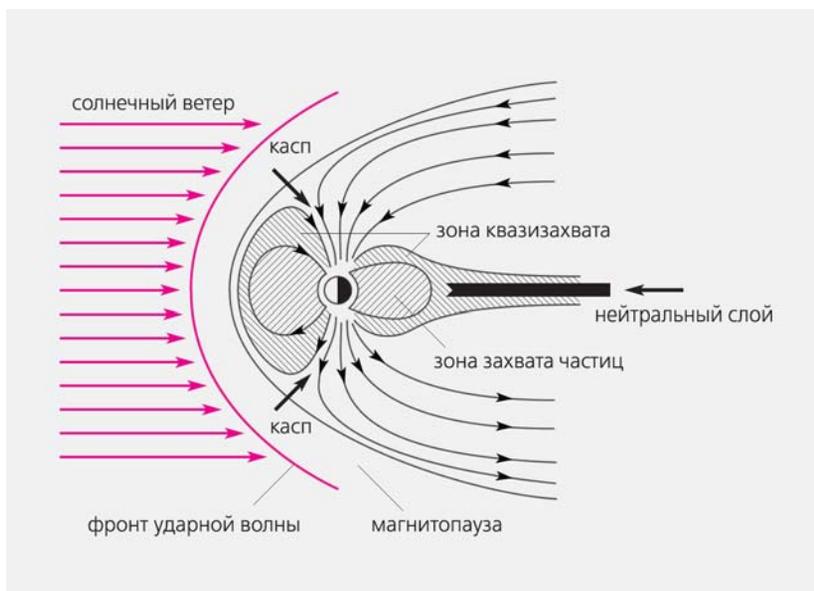


Рис.1. Зоны захвата в магнитосфере Земли.

захваченных энергичных частиц радиационных поясов существуют высокоширотные неустойчивые зоны квазизахвата и частицы кольцевого тока с более низкой энергией, проникающие довольно глубоко в магнитосферу во время геомагнитных бурь.

Магнитный дрейф происходит по поверхностям равной на-

пряженности магнитного поля в противоположных направлениях — положительные частицы движутся на запад, отрицательные — на восток. Это означает протекание кольцевого электрического тока вблизи плоскости экватора. Кольцо это практически всегда асимметрично. Наибольшей силы ток достигает на непродолжительное время

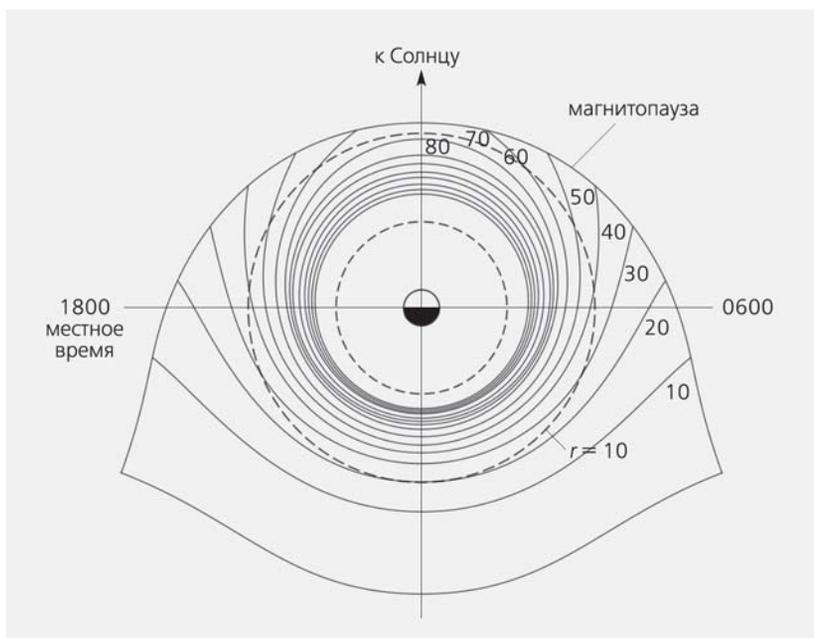


Рис.2. Линии равного магнитного поля (указано в нТл) в магнитосфере Земли.

в ночной части во время геомагнитных бурь, а потом за несколько суток ослабляется из-за рассеяния, потери энергии и гибели вызвавших его частиц. Соответствующее электрическое поле направлено там с утра на вечер. Оно генерируется движением солнечного ветра относительно магнитосферы и разделением зарядов в ней. Это явление в совокупности получило название магнитосферной конвекции. Проникают и ускоряются носители тока из переходной области между магнитосферой и солнечным ветром также в основном с ночной стороны, где расположены геомагнитный хвост и плазменный слой, играющий важную роль в динамике возмущенной магнитосферы. Впрочем, ионосферные частицы тоже сюда попадают. Главными носителями кольцевого электрического тока и тока в геомагнитном хвосте оказываются ионы, а не электроны, так как скорость магнитного дрейфа пропорциональна величине ларморовского радиуса, который для ионов в тысячи раз больше из-за их большей массы.

Основной вклад в электрический ток, тем не менее, здесь дают ионы с относительно небольшими промежуточными энергиями, поскольку таких частиц всегда значительно больше. Это, как правило, еще или уже не радиационные пояса, но и не са-

ма основная плазма, а их соседи по энергии. Движение подобных частиц в сильной мере контролируется не только магнитным полем, но и электрическим, которое обычно направлено с утра на вечер из-за индукционного действия солнечного ветра, обдувающего геомагнитное поле. Можно очень условно разделить частицы в магнитосфере по их энергии на тепловую плазму и нетепловые хвосты. Радиационные пояса — это нетепловые хвосты, а кольцевой ток скорее — горячая плазма. Соответственно, для одних преобладает магнитный, а для других — электрический дрейф. Взаимодействие между этими популяциями носит очень разнообразный и наиболее сложный характер именно в области промежуточных энергий.

Мощность электрических токов и их работа пропорциональны величине тока и электрическому полю, однако применение электротехнических и радиотехнических аналогий в космосе затруднительно. Их можно использовать только с известной осторожностью, а иногда от них лучше отказаться, поскольку электрические цепи и контуры здесь носят расплывчатый характер. Далеко не всегда можно легко указать, где находится генератор, где нагрузка и т.п. Тем не менее в случае земной магнитосферы речь может идти о те-

ратвах диссипируемой мощности — в основном в виде нагрева верхней атмосферы. Рекуперированная мощность, т.е. возвращаемая вместе с потоком плазмы обратно в солнечный ветер, в десятки раз больше. Авроральное километровое излучение мощностью порядка 100 кВт представляет собой лишь небольшой побочный продукт этой динамики и возбуждается движением электронов. Эти числа носят лишь ориентировочный характер и сильно варьируют в зависимости от состояния межпланетной среды.

Оказалось, что Земля окружена двумя поясами радиации — внутренним и внешним. Такое разделение несколько условно. Во внутреннем преобладают протоны, альфа-частицы и другие ионы, а во внешнем, гораздо более изменчивом, — электроны. Между поясами существует «зазор», причину образования которого оказалось не так-то просто понять еще и потому, что практически сразу после открытия естественных поясов, в начале 1960-х годов, в США и СССР были произведены высотные ядерные взрывы, сильно искажившие естественную картину радиации в околоземном космическом пространстве. Возникли искусственные радиационные пояса, которые не сразу рассеялись и исчезли. Время жизни радиационных поясов варьирует в широких пределах и зависит от многих обстоятельств. Внутренний пояс более стабилен на протяжении лет. К счастью, уже с 1963 г. на такие испытания был наложен международный запрет. Искусственные пояса, причем весьма необычные, например, позитронные, могут быть созданы также распылением радиоактивных материалов.

Поток протонов с энергией более 20 МэВ в максимуме на расстоянии около полутора радиусов Земли составляет несколько десятков тысяч частиц в секунду на квадратный сантиметр (рис.3). Поток электронов с энергией более 40 кэВ в мак-

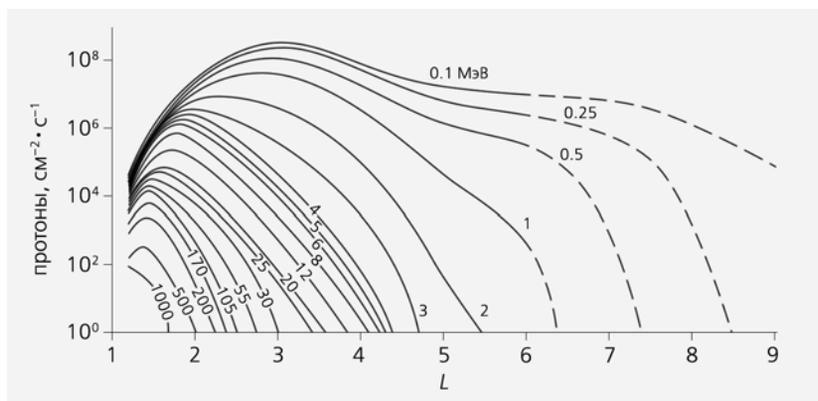


Рис.3. Радиальный профиль протонного пояса. Параметр  $L$  — расстояние до магнитной оболочки в экваториальной плоскости, выраженное в радиусах Земли от ее центра.

сумме достигает миллионов тех же единиц. Профили протонных радиационных поясов удовлетворительно объясняет диффузионная модель с рассеянием на внезапных магнитных импульсах.

Строение и динамика радиационных поясов исследована весьма обстоятельно не только у Земли, но и у других планет Солнечной системы, обладающих достаточно сильным собственным магнитным полем. Наиболее мощные радиационные пояса имеются у Юпитера, который оказался заметным источником ускоренных электронов в гелиосфере. Потоки электронов из этого источника при подходящих условиях в межпланетном пространстве достигают даже орбиты Земли и четко наблюдаются по периодичности, совпадающей с периодом вращения Юпитера.

Естественные радиационные пояса образуются частично за счет захвата продуктов ядерных реакций в атмосфере Земли, вызываемых космическими лучами и нейтронами, частично — за счет проникновения солнечных космических лучей и ускорения частиц из межпланетного пространства, магнитосферы и ионосферы. Процессы эти весьма сложны и разнообразны. В разных участках энергетического спектра преобладают те или иные из них. Анализируя состав ионов, можно установить происхождение частиц. Более высокие ионизационные температуры характерны для источников из солнечного ветра и основных популяций космических лучей. Ионы с низкой степенью ионизации, по-видимому, чаще имеют земное, ионосферное, происхождение или связаны с проникновением аномальных космических лучей. Аномальными они называются потому, что имеют промежуточную энергию между галактическими и солнечными космическими лучами в гелиосфере, отличаются от солнечных и галактических частиц и возникают

также в некоторой промежуточной области пространства из нейтрального межзвездного газа, а не на Солнце или в Галактике. Механизм их генерации сложен и до конца не установлен.

### Продолжение следует...

Исследования радиационных поясов и радиационной обстановки в космосе, начатые Верновым с сотрудниками, успешно продолжают его школой. Сейчас механизмы ускорения, удержания, переноса и потерь частиц в радиационных поясах изучены весьма полно, хотя нельзя сказать, что все неясные вопросы уже решены. Пожалуй, наиболее остро стоит проблема «электрон-убийц». Так называют релятивистские электроны с энергией  $\sim 1$  МэВ, которые появляются иногда в магнитосфере Земли и могут быть причиной сбоев в работе электроники и выхода из строя средств космической техники на различных аппаратах. Где и как ускоряются эти электроны, пока не очень понятно, но тот факт, что они порой представляют реальную и труднопрогнозируемую опасность, не вызывает сомнений, как и то, что сами «убийцы» внимательно следят за капризами «космической погоды» и составляют ее часть. Чаще всего они появляются в магнитосфере через несколько дней после быстрого увеличения скорости солнечного ветра.

Одна из правдоподобных гипотез предполагает, что ускорение электронов происходит локально внутри магнитосферы под действием резонансных электромагнитных колебаний. Разрабатываемый ныне российский проект с международным участием так и называется: «Резонанс». В его задачи входит подробно исследовать взаимодействие волн с частицами во внутренней магнитосфере Земли; использоваться будут специально скоординированные между собой измерения на искусст-

венных спутниках Земли и наземные. Спутники в этом проекте будут достаточно долго находиться на одной силовой линии. Подобные идеи, но меньшего масштаба реализовывались ранее в наземных и космических исследованиях в магнитно-сопряженных точках пространства.

Можно напомнить об одном таком проекте под названием «Аракс». В этом изящном космическом эксперименте, выполненном усилиями нескольких институтов, ускоренные электроны искусственно инжектировались вдоль силовой линии поля в магнитосферу с борта ракеты, запускаемой в Архангельской обл., а вызванное ими рикотворное полярное сияние регистрировалось над магнитно-сопряженной точкой в Южном полушарии Земли, в районе о.Кергелен. Эксперимент удался, но сильно озадачил его авторов главным своим результатом, который не был предусмотрен теоретиками заранее. Явление получило название «плазменно-пучковый разряд» в атмосфере: пространство вокруг ракеты с работающим инжектором сильно электризовалось и ярко светилось. С подобными непредвиденными результатами приходится сталкиваться не так уж и редко из-за неполноты наших априорных знаний.

Бывает, что вновь открывается явление, о котором знали лишь немногие, или в котором большинство не было уверено. Примерно так обстояло дело с самим солнечным ветром (об этом будет подробнее рассказано в следующей статье) и с авроральным овалом. Овал, или «венец», полярных сияний был тщательно изучен во время Международного геофизического года, совпавшего по времени с запуском первого искусственного спутника Земли в 1957 г., когда к полярным и космическим исследованиям обратились многие ученые и коллективы, в том числе и в институте, руководимом Верновым. Наши соотечествен-

ники внесли в эти исследования выдающийся вклад. До этого наряду с достоверной информацией об овале было немало выдумок, которые в итоге не подтвердились наблюдениями, хотя и представлялись иногда как установленные факты.

Интересное открытие, в котором Вернов сыграл ведущую роль, — явление стока частиц из радиационных поясов в атмосферу Земли в районе Южно-Атлантической магнитной аномалии. Напряженность геомагнитного поля здесь понижена. Поэтому удерживаемые этим полем радиационные пояса как бы «провисают» ближе к Земле до расстояний в 200—300 км и ниже, «задевают» там более плотную атмосферу и теряют в ней свои частицы из-за столкновений с атомами и молекулами. Над другими участками земной поверхности они располагаются по крайней мере в несколько

раз выше и «чувствуют себя более уверенно». Эти сведения в последнее время были существенно уточнены по данным, полученным на ИСЗ «Коронас» (рис.4). Сток частиц из радиационных поясов может быть усилен искусственно под действием сверхнизкочастотных радиопередатчиков, приводящих к резонансному циклотронному рассеянию заряженных частиц при их движении в естественном электрическом и магнитном поле Земли.

Поначалу были высказаны различные гипотезы, впоследствии не подтвердившиеся: что сильные полярные сияния вызваны «высыпанием» захваченных частиц из радиационных поясов или непосредственным проникновением энергичных заряженных частиц от Солнца. Оказалось, однако, что это не совсем так. Электроны, вызывающие наиболее яркие дуги по-

лярных сияний, испытывают заметное дополнительное ускорение под действием внешних электромагнитных возмущений непосредственно в самой магнитосфере — на участках, связанных с авроральным овалом в ходе самого процесса (рис.5). Свою роль здесь играют продольные электрические поля и токи, а также волны. Направленному вниз движению электронов в полосе шириной порядка 1 тыс. км отвечает направленное вверх движение ионов. Со слабыми свечениями дело обстоит еще сложнее, это предмет непрекращающихся дискуссий и исследований.

Динамика авроральных процессов на редкость многообразна, так что исследования далеко не закончены. Электрические поля, связанные с разделением электрических зарядов, и здесь играют очень важную роль, а первоначальные примитивные теоретические представления об эквипотенциальности силовых линий магнитного поля оказались весьма далекими от действительности. Теперь о них в этом контексте почти не вспоминают. Зато очень много внимания уделяется истинной картине волновых движений и мелкомасштабным образованиям в авроральной зоне. Это как раз один из тех случаев, когда «большое явление» нельзя толком объяснить, не поняв роль составляющих и наполняющих его «малых деталей». Прямые и обратные энергетические каскады в космической плазме часто сосуществуют и во времени, и в пространстве.

Плазменные процессы в магнитосфере и за ее пределами — отдельная большая тема. Хотя интересы Вернова фокусировались, несомненно, на космических лучах и энергичных частицах, он отчетливо понимал необходимость всестороннего изучения плазменных и электромагнитных явлений в ближнем космосе для правильного понимания физики происходящих процессов. Вернов активно

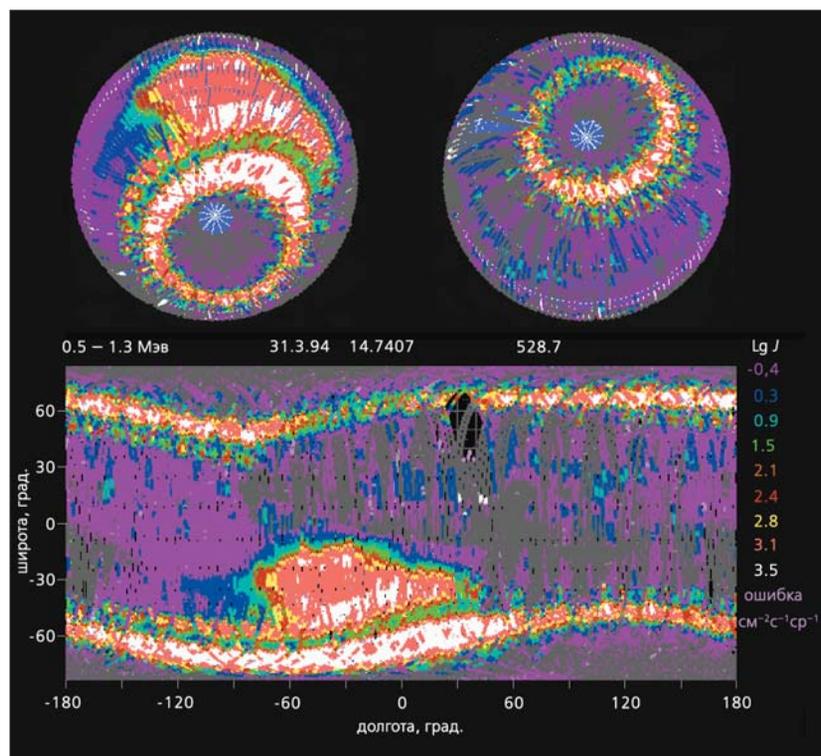


Рис.4. Области выпадения частиц из радиационных поясов по наблюдениям на ИСЗ «Коронас-И». Показаны интегральные потоки электронов с энергией 0.5—1.3 МэВ, наблюдавшиеся с июня по март 1994 г., в цветном логарифмическом масштабе: в полярных координатах (вверху) и в географических координатах (внизу).

поддерживал эти исследования в НИИЯФ МГУ и в других организациях. В результате были налажены тесные контакты и плодотворное сотрудничество, которое продолжается. Хороший пример — недавние комплексные исследования экстремально сильных возмущений на Солнце, в гелиосфере, магнитосфере и ионосфере вместе с их наземными проявлениями, имевшими место в 23-м цикле солнечной активности, который только что закончился после неожиданно долгой фазы спада. Приоритетный характер этих исследований признан во всем мире.

Большой интерес представляют проводимые ныне и планируемые исследования, сочетающие в себе все более детальные и разномасштабные многопунктовые наблюдения в космосе и на Земле, а также получение интегральных картин и разрезов методами просвечивания и томографии. Так, российский проект «Рой» удачно дополняет предложение европейских и японских ученых — создать группировку из дюжины спутников, расположенных в вершинах тетраэдров с переменной длиной ребер от десятков до тысяч километров. Это позволит впервые подробно и одновременно исследовать физические процессы, протекающие в различных ключевых участках магнитосферы на макроскопическом и микроскопическом масштабе — от глобальной картины до деталей с размером порядка ионных и электронных гирорадиусов. От того, что происходит на всех этих (и не только этих!) масштабах, зависит наше правильное понимание физических процессов в космосе [7].

### Космическая самоорганизация

Одна из центральных задач космофизики — изучить геометрические характеристики объектов в обобщенном смысле этого слова, имея в виду соподчинение

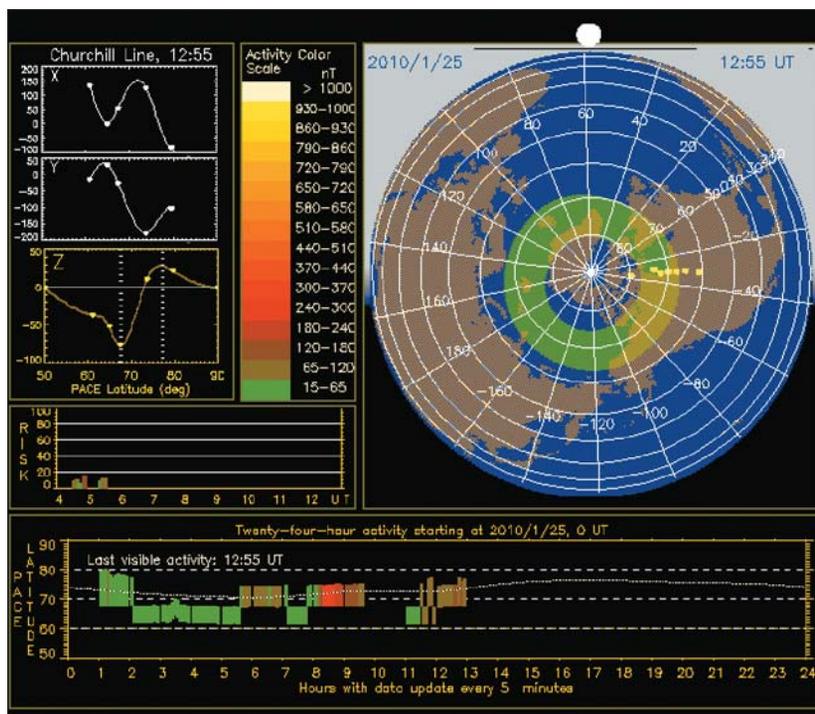


Рис.5. Авроральный овал. Здесь энергичные заряженные частицы высыпаются в верхнюю атмосферу, вызывая иногда слабое свечение или яркие полярные сияния. Эти динамические магнитно-сопряженные образования в Северном и Южном полушариях Земли подчиняются известным законам, правилам и капризам Солнца. Показана ситуация 25 января 2009 г. по наземным геомагнитным наблюдениям в Канадском регионе. Активность очень низкая. Такие данные и снимки аврорального свечения поступают сейчас регулярно. Они позволяют ученым и всем желающим следить за «космической погодой» в прямом времени через Интернет.

между крупными, средними и мелкими масштабами наблюдаемых динамических явлений в пространстве и во времени. Коротко это называют самоорганизацией или многомерной геометризацией. Данная идея пронизывает современное естествознание во всех его разделах, где необходимы и достаточные для количественного описания физические законы в общем их виде представляются уже надежно установленными. Соотношение между комбинациями входящих в них безразмерных параметров настолько многообразно и малоизучено, что остается очень широкий простор для исследований в рамках установленных ранее фундаментальных закономерностей.

Более внимательный теоретический анализ в последнее

время позволил указать ряд таких безразмерных параметров, которые ранее подробно не обсуждались в космофизической литературе. Например, число Фарадея. Эта величина характеризует собой отношение индукционных (вихревых) и потенциальных (кулоновских) электрических полей. Потенциальные электрические поля — по существу во многом еще terra incognita в современной космофизике и физике Солнца. Надежды некоторых исследователей, полагавших, что без знания потенциальных электрических полей можно будет достаточно глубоко понять основные физические явления на Солнце, в гелиосфере и магнитосфере, не оправдались. Важный урок здесь состоит в том, что разделение электрических зарядов и гене-

рация кулоновских полей в космической плазме — вовсе не второстепенный процесс при солнечных вспышках, корональных выбросах массы и магнитных бурях на Земле. Это явление (электризация) требует более пристального внимания наряду с другим процессом (индукция), которому уделяется достаточно много внимания в физике космоса. Опыт исследования лабораторной плазмы в связи с проблемой ее «магнитного удержания» и управляемого термоядерного синтеза также убедительно показал, насколько опасным может быть априорное пренебрежение кулоновскими электрическими полями. Эта «степень свободы» играет здесь свою коварную роль, которую заранее теоретики и разработчики установок недооценили.

Другая важная безразмерная характеристика космофизических процессов — набор так называемых триестских чисел\*. Они характеризуют собой отношение друг к другу потоков энергии, импульса и массы внутри и вне рассматриваемого объекта или объема, т.е. степень его «открытости» по отношению к окружению. В зависимости от этой величины можно говорить об открытых и замкнутых системах. Оказывается, в большинстве случаев в космофизике мы имеем дело с открытыми системами. А это означает, что правильное задание граничных условий и правильная постановка задачи чаще всего полностью определяют однозначный ответ.

Отсутствие однозначных решений в классической физике проистекает от недостаточного полного знания свойств рассматриваемого предмета и различных его идеализаций вроде изолированной, или замкнутой, системы. Уточнение безразмерных соотношений всегда полезно. Опыт исследования магнитосферной и космической плазмы

\* Эти числа получили свое имя по месту, где они были впервые предложены, — в Международном центре теоретической физики в Триесте.

подсказывает пути поиска оптимальных параметров, конфигураций и конструкций для управляемого термоядерного синтеза, хотя безразмерные параметры здесь совершенно разные. Он полезен для выявления различных препятствий и ограничений, поначалу непредвиденных, а также для правильного применения метода аналогий. Пример ошибочных аналогий такого рода дает недавняя широко разрекламированная сенсация о работах по удержанию лабораторной плазмы в конфигурации, напоминающей магнитосферу (*Nature Physics*. 2010; DOI: 10.1038/nphys1510).

Возвращаясь к радиационным поясам, подчеркнем: эти объекты вместе со всей магнитосферой внимательно следят за «дыханием» солнечного ветра, изменениями межпланетного магнитного поля и энергичных частиц в гелиосфере. Они также подвержены всем изменениям «космической погоды» и «космического климата», т.е. зависят от процессов на Солнце. Солнечно-земная физика только еще начинает развиваться и набирать силы для правильного описания и возможного предсказания всех этих сложных взаимосвязей. Остановимся на нескольких существенных штрихах желаемой картины.

### Изменчивые границы

Граница между магнитосферой и ионосферой носит чисто условный характер. Между этими смежными областями происходит постоянный обмен частицами, энергией и импульсом. Можно было бы попытаться усмотреть эту границу там, где магнитное давление сравнивается с газовым. Однако при таком определении плазменный слой геомагнитного хвоста пришлось бы считать частью ионосферы, хотя по своему ионному составу он имеет смешанную природу, будучи все же зачастую ближе не к ионосферным ис-

точникам, а к переходной области и солнечному ветру. Эти участки настолько динамичны и изменчивы, что вряд ли имеет смысл какая-либо сильно усредненная слоистая картина.

Гораздо больший интерес представляет мгновенное состояние этих областей и его эволюция. Прежние теории исходили во многом из гипотез о некотором ламинарном равновесном состоянии и обращались к рассмотрению различных неустойчивостей. На смену им все больше приходят турбулентные образы. Тем не менее в достаточно спокойных условиях ламинарные представления могут приблизительно сохранять свой смысл.

Непосредственным продолжением верхних слоев ионосферы в магнитосферу на средних широтах служит плазмосфера. Концентрация плазмы в ней убывает от десятков тысяч частиц в  $1 \text{ см}^3$  до сотен на расстояниях в несколько  $R_E$ . Резкий обрыв концентрации больше чем на порядок величины на этих расстояниях получил название плазмопаузы. Эта граница, также весьма динамичная и не всегда резкая, сейчас интенсивно изучается. Открыта она была практически одновременно наземными и космическими средствами. В первом случае исследовались особенности распространения электромагнитных колебаний от грозových разрядов в свистовом диапазоне. Во втором непосредственно измерялась концентрация плазмы ионными ловушками на спутниках Земли. Физическая суть этой границы состоит в том, что ниже нее плазма вращается вместе с Землей как единое целое, а выше совместное вращение становится невозможным — плазма не удерживается около Земли и покидает ее.

Любопытно, что полное число заряженных частиц в плазмосфере сравнимо с числом частиц в ионосфере. По существу это единое целое. Плазмосфера по-полняется днем частицами из

ионосферы, а ночью сама служит источником частиц и нагрева, поддерживая существование среднеширотной ионосферы, которая в противном случае могла бы быстро рекомбинировать и исчезнуть до утра, пока Солнце вновь не появится над горизонтом. Ведь именно солнечное ультрафиолетовое и рентгеновское излучение — основные источники ионизации в ионосфере. Высыпание энергичных частиц играет очень важную роль в авроральных участках ионосферы. Здесь же протекают мощные электрические токи, соединяющие ионосферу с магнитосферой. Динамика высокоширотной и полярной ионосферы весьма сложна.

Существует явление убегания нагретой плазмы из ионосферы в магнитосферу, называемое полярным ветром. Вынос частиц от Земли через магнитосферу в солнечный ветер конкурирует с обратным потоком. Как устроен баланс и есть ли он — интересный вопрос, от решения которого может зависеть наше понимание того, как формируется самая внешняя газовая оболочка Земли. Обмен между атмосферой и подстилающей поверхностью гораздо мощнее и настолько сложен, что до сих пор в этой области также совершенно недостаточно количественной информации.

Особенно мало пока мы знаем о сильно возмущенных состояниях ионосферы и магнитосферы. Очень интересные вопросы связаны также с возможным естественным и искусственным воздействием на них снизу. Такие явления, как извержения вулканов, тайфуны, землетрясения и молнии, а также антропогенное воздействие и другие дают здесь свои уверенные сигналы, которые до конца еще не исследованы. Есть надежда, что, внимательно изучив их, можно будет приблизиться к пониманию и обнаружению предвестников. Но возмущения в эти области приходят не только со стороны Земли.

Космические лучи, атакующие околоземное пространство извне, представляют интерес не только сами по себе, но и как средство для изучения других объектов (межпланетной среды, солнечной активности). На нескольких космических аппаратах серии «Венера» (1967) и «Марс» (1973), когда они летели к этим планетам, в межпланетном пространстве после солнечных вспышек неоднократно наблюдались потоки протонов с энергией в несколько мегаэлектронвольт. Замечательным и не вполне понятным фактом казалось тогда то, что широкоугольный прибор, «смотрящий» в основном в сторону Солнца, иногда «видел» меньше частиц, чем точно такой же, направленный в обратную сторону. Однозначно объяснить это до сих пор

трудно, что говорит о недостаточности наших знаний и несовершенстве упрощенных теоретических представлений о строении и динамике межпланетного поля, контролирующего движение заряженных частиц в подобных ситуациях. Авторы оригинальных наблюдений [8, 9] выдвинули несколько правдоподобных гипотез и моделей, которые наряду с другими обсуждаются до сих пор и стимулируют дальнейшие исследования.

Принципиально важный и достаточно смелый шаг в этом направлении состоял в том, чтобы допустить существование дискретных петлеобразных магнитных структур в межпланетной среде на расстояниях, иногда простирающихся от Солнца далеко за орбиту Марса (рис.6). Ничего удивительного с обще-

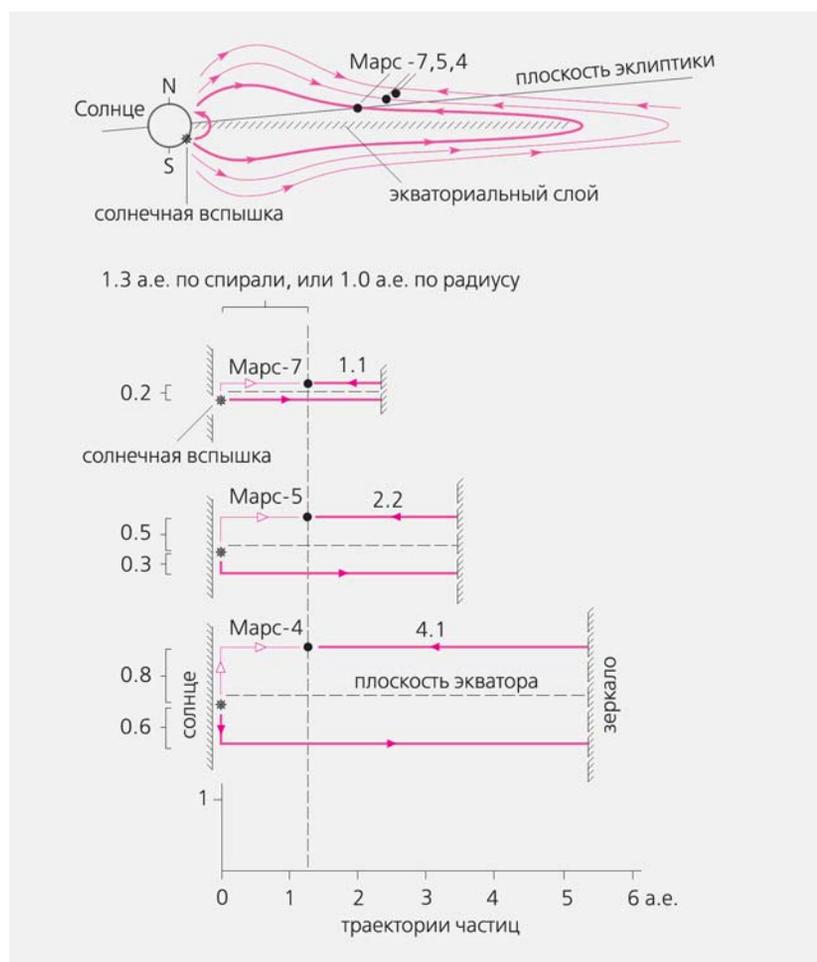


Рис.6. Магнитные петли в гелиосфере (схема из работы [9]).

физической точки зрения в подобной картине нет. Однако тогда доминировала крайне упрощенная спиральная модель межпланетного магнитного поля, в которой все силовые линии, начавшись на Солнце, простираются в виде несложных архимедовых спиралей и заканчиваются «на бесконечности». Сейчас мы лучше понимаем всю ограниченность и приближенность таких представлений о строении межпланетного магнитного поля. Немалую роль для прояснения ситуации при этом сыграли теоретические работы и указанные экспериментальные исследования. О «языках» и «петлях» межпланетного магнитного поля много говорили и ранее, еще в 50-е годы, а по-

том как-то забыли. Тем не менее, до создания достаточно универсальной и гибкой количественной модели динамического межпланетного магнитного поля еще весьма далеко.

Ныне мы лучше представляем себе сложную и динамичную картину магнитных полей на Солнце и в гелиосфере. Есть здесь место и открытым, и замкнутым линиям (рис.7). Ясно, что вовсе не обязательно было предполагать плоскую геометрию петель (как на рис.6). Общая структура поля на Солнце и вокруг него постоянно претерпевает изменения — как медленные (десятки лет и более), так и гораздо более быстрые (сутки, часы и менее). Эти изменения касаются линий обоих

типов; иногда они носят взрывной характер. Нет никаких сомнений, что природа взрывов на Солнце тесно связана с протеканием электрических токов. По существу это еще одна разновидность электрических разрядов, которых и без того наблюдается великое множество в природе и технике. И в этих случаях предстоит еще очень многое исследовать и узнать.

Основное затруднение состоит в недостаточности сведений об очень интересной физической величине — электрическом поле. Оно существует, но измерить его в космосе гораздо сложнее, чем в лаборатории. Прояснить роль электрического поля — пожалуй, одна из наиболее трудных задач в физике солнечной атмосферы и гелиосферы. Уже упоминавшееся пренебрежение этой ролью, все еще встречающееся среди специалистов, следует признать досадным анахронизмом. Эта догма имеет авторитетных сторонников и лишь постепенно сдает свои позиции.

В настоящее время господствуют детально разработанные теоретические представления о гелиосфере как об области пространства размером более 100 а.е. вокруг Солнца, имеющей форму вытянутого плазменно-магнитного образования наподобие кометы. Совместное действие солнечного и межзвездного ветра, несомненно, должно приводить к подобной вытянутости, но ее величину заранее в модельных расчетах оценить трудно. Надежность и достоверность подобных расчетов часто переоценивают, а существующие большие неопределенности в них и недостаточно точное знание используемых параметров, таких как внешнее галактическое поле и ряд других, — недооценивают. По этой причине полной неожиданностью для авторов экспериментов и теоретиков, не говоря уж об остальных «зрителях», оказались первые результаты миссии IBEX (Interstellar

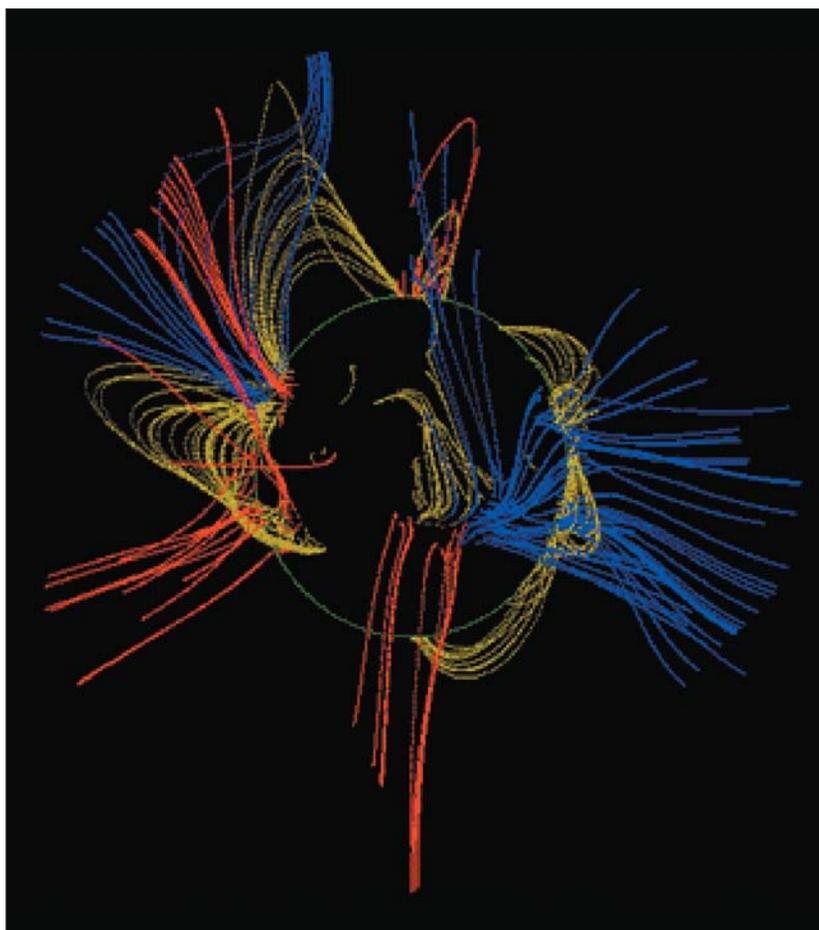


Рис.7. Линии магнитного поля: замкнутые петли (желтые), а также открытые и направленные от Солнца (красные) или к Солнцу (синие). Расчет выполнен по модели с поверхностью источника солнечного ветра с использованием фотосферных данных, полученных 13.12.2002 г.

Boundary Explorer — «Исследователь межзвездной границы») и заметно отличающиеся от них выводы из многолетних наблюдений на другом космическом аппарате, Cassini.

Речь идет о значительном уплотнении нейтрального газа вокруг гелиосферы вблизи ее магнитного экватора, который, по видимому, весьма заметно искривлен. Эти результаты были опубликованы в октябре 2009 г. и произвели изрядный переполох среди специалистов. Никто из них заранее не ожидал «увидеть» при этом очередной пояс, а точнее, «ленту» частиц в космосе. Однозначная интерпретация этих наблюдений сейчас невозможна все по той же причине — мы еще многого не знаем о точных значениях интересующих нас физических параметров и геометрии рассматриваемых объектов [10]. Как уже говорилось, правильная геометризация, выбор размерности и формы адекватного описания — одна из центральных и самых трудных задач в космофизике. Но вернемся ближе к Земле.

## Разведчики полей

Есть электрические разряды в атмосфере Земли, известные абсолютно всем, — молнии во время грозы. На самом деле существует множество других форм разрядов, а также нерешенных и поистине загадочных вопросов, относящихся к физике этого красивого и порой очень опасного явления. Достаточно вспомнить о шаровой молнии. Не так давно были открыты не менее удивительные электрические разряды в верхней атмосфере, распространяющиеся не как обычные молнии — вниз к поверхности Земли или между облаками, — а вверх от грозовых облаков до ионосферы, т.е. по существу в ближний космос. Новые открытия зачастую рождаются как неожиданный побочный про-

дукт других задуманных исследований. Например, довольно давно были выдвинуты идеи регистрации космических лучей предельно высоких энергий по электромагнитному излучению от вызванных ими широких атмосферных ливней. Было предложено наблюдать это явление со спутников Земли для увеличения площади обзора и числа регистрируемых событий, которые крайне редки и при обычных способах могут фиксироваться раз в несколько лет или того реже. Прототипы этих экспериментов и отработка методики начались. Выяснилось следующее.

Во время гроз и высотных электрических разрядов, как известно, излучаются электромагнитные волны в широком диапазоне от радио- до рентгеновской и даже гамма-области, а не только световые вспышки. Другие формы атмосферных электрических разрядов, такие как постоянное свечение ночного неба и полярные сияния, тоже могут мешать при предлагаемой регистрации частиц космических лучей со спутников. Хотелось бы избавиться от этих помех или хотя бы как-то «отстроиться», но для этого надо хорошо знать их свойства. Пришлось заняться их изучением. Примерно так в грубых чертах выглядела история и логика этих «побочных» исследований в НИИ-ЯФ МГУ, пока на ИСЗ «Татьяна» не были обнаружены очень короткие вспышки ультрафиолетового излучения [11].

Явление оказалось настолько интересным, что следующий ИСЗ «Татьяна-2», запущенный в 2009 г., был оснащен более совершенной аппаратурой, специально разработанной для изучения и определения мест, где это излучение зарождается. Сейчас это одно из новых научных направлений, в котором участвуют ученые из российских и зарубежных организаций.

С другой стороны, некоторые ученые высказывают соображения о возможной связи воз-

никновения атмосферных электрических разрядов с космическими лучами. Несомненная генерация энергичных частиц при этих разрядах вместе с захватывающей аналогией, которую исследователи давно усмотрели с камерой Вильсона и образованием в ней облаков конденсации, приводит к очень далеким следствиям, которые хотелось бы более подробно проверить количественно. Наиболее увлеченные этими идеями надеются найти здесь свои недостающие ключи к солнечно-земным и космическим связям даже с погодой и климатом, хотя в это трудно поверить. Малые спутники могут сыграть здесь решающую роль.

Вообще малые и образовательные спутники — не очень дорогая, но весьма плодотворная затея, которая привлекает к себе внимание специалистов и учащихся. Первые успехи (и неудачи тоже) в этом деле есть и в нашей стране, и за рубежом. В качестве зарубежного примера можно назвать случай, когда один молодой человек в США предложил разбросать в магнитосфере множество (десятки) маленьких спутников размером немного больше грецкого ореха для одновременных измерений магнитного поля и был премирован президентом страны, хотя этот проект был тогда еще весьма сырым. Такая поддержка окрыляет: сейчас этот молодой человек уже известный специалист. Поддержать мечту — очень важно. В России это движение сейчас тоже набирает оборот благодаря стараниям энтузиастов (достаточно вновь вспомнить ту же «Татьяну»). Идей много. Пожелаем им успеха и всяческой удачи. Иллюзия, что результатов можно добиться однажды на пустом месте, опасна и вредна. Сочетание фундаментальных и образовательных задач в одном проекте — неременное требование современности. Весь мир идет по этому пути развития, вкладывая доступные средства в обра-

зование. В конечном счете, успех зависит от людей, от их способностей и возможностей реализоваться. Вернову это удалось сделать в полной мере.

\* \* \*

В короткой статье не были затронуты многие аспекты. Ничего не было сказано о космической пыли, о взаимодействии космических аппаратов с окружающей средой и об изучении свойств различных материалов в космической среде. Здесь тоже есть много нового и интересного, особенно в связи с работами на Международной космической станции, пилотируемыми полетами и космонавтикой дальних полетов. Компьютерное моделирование стало удобным средством при прове-

дении теоретических исследований, интерпретации данных и постановке новых экспериментов. Аналогичную роль играет ограниченное лабораторное моделирование. Развиваются методы просвечивания и получения изображений межпланетных, магнитосферных и ионосферных неоднородностей на основе просвечивающих их нейтральных частиц и радиоволн. Все это крайне важно для получения правильных геометрических образов и уточнения физических параметров в общей картине.

Исследование межпланетного и околоземного пространства обогатило фундаментальную науку множеством открытий и новых представлений. Образы магнитосферы и радиационных

поясов были с успехом перенесены в астрофизику и широко используются с соответствующими изменениями для описания дальних объектов, таких как пульсары. Понятие об астросферах у других звезд возникло и развивается благодаря аналогии с гелиосферой. Динамика плазмы в токовых слоях на границе магнитосферы, в ее хвосте, на головной ударной волне, на разрывах и распространяющихся межпланетных ударных волнах дает мощный стимул развитию общей теории сложных самоорганизующихся систем. Список таких примеров можно легко продолжить. Солнечно-земная физика была и остается колыбелью для многих новых физических идей и открытий. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 07-02-00147.**

## Литература

1. Академик С.Н.Вернов — ученый Московского университета: Сб. статей / Под ред. Ю.И.Логачева, М.И.Панасюка и Е.А.Романовского. М., 2004.
2. *Панасюк М.И.* Рынок в космос // Сергей Николаевич Вернов — ученый, педагог и популяризатор науки (к 90-летию со дня рождения, 1910—2000) / Под ред. Ю.И.Логачева, М.И.Панасюка и Е.А.Романовского, М., 2000.
3. Воспоминания об академике Д.В.Скобельцыне и С.Н.Вернове / Под ред. М.И.Панасюка и Е.А.Романовского. М., 1995.
4. *Шабанский В.П., Веселовский И.С., Кропоткин А.П.* Физика межпланетного и околоземного пространства. М., 1981.
5. Модель космоса: Научно-информационное издание: В 2 т. / Под ред. М.И.Панасюка и Л.С.Новикова. Т.1: Физические условия в космическом пространстве, М., 2007.
6. Плазменная гелиогеофизика. Т.1 / Под ред. Л.М.Зеленого и И.С.Веселовского. М., 2008.
7. *Зеленый Л.М., Захаров А.В., Ксанфомалити Л.В.* // УФН. 2009. Т.179. №10. С.1118—1140.
8. *Вернов С.Н., Тверской Б.А., Вакулов П.В. и др.* // Геомагнетизм и аэрномия. 1976. Т.16. №4. С.577—586.
9. *Любимов Г.П., Контор Н.Н., Переслгина Н.В., Игнатъев П.П.* // Изв. АН СССР. Сер. Физ. 1976. Т.40. №3. С.462—470.
10. *McComas D.J., Allegrini F., Bochsler P. et al.* // Science. 2009. V.326. №5951. P.959.
11. *Гарипов Г.К., Панасюк М.И., Тулунов В.И. и др.* // Письма в ЖЭТФ. 2005. Т.82. №4. С.204—206.

# Семейные воспоминания

Е.С.Вернова, Ю.С.Вернов, М.Н.Мнацаканова

## Рассказ дочери, Елены Сергеевны\*

Сергей Николаевич был поздним ребенком. Его матери, Антонине Михайловне Верновой, было 42 года, и Сергей Николаевич был ее первым ребенком. Он рос окруженный огромным количеством бабушек и тетюшек и был единственным ребенком для всех этих взрослых людей. Он был чрезвычайно своенравным и упрямым и во время первого причастия (ему было, наверное, четыре-пять лет, кудрявый ангелочек в нарядном матросском костюмчике) что-то не понравилось ему в церкви, он решительно отказался выполнять то, что требовалось, топнул ногой и громко, на всю церковь, произнес: «Что НЕ хочу, то НЕ хочу; что НЕ хочу, то НЕ буду!» Антонина Михайловна говорила: «Ну, если такой упрямый и умный — это еще ничего, даже хорошо! А если упрямый и дурак...»

Примерно в том же возрасте Сергей Николаевич в игре очень четко выразил то, что потом стало, действительно, его жизнью: он вставал за стулом (это была кафедра) и говорил: «Я — профессор, это кафедра моя».

Антонина Михайловна была исключительно одаренным человеком, прекрасным педагогом. В 1887 г. она окончила педагоги-

\* Елена Сергеевна Вернова, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала Института земного магнетизма и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН (ИЗМИРАН).

© Вернова Е.С., Вернов Ю.С., Мнацаканова М.Н., 2010

ческие курсы с золотой медалью. Сергей Николаевич учился в классе, где она преподавала математику, и рассказывал, что ее слушали, буквально затаив дыхание, а сама она никогда не повышала голоса на своих учеников. У нас сохранилось много писем и адресов к Антонине Михайловне от ее учеников, которые писали: «Вы были для нас не только педагогом, но и добрым, любящим наставником, всегда о нас беспокоившимся. Мы доставляли Вам слишком много неприятностей, очень часто Вас огорчали, но Вы все нам прощали и по-прежнему относились к нам с большим вниманием».

Родители Сергея Николаевича прожили долгую жизнь вместе и жили «как два голубка». Но отец Сергея Николаевича, Николай Степанович, любил повторять: «Мы ни по одному вопросу сговориться не можем!» Николай Степанович был чрезвычайно общителен и разговорчив и, когда Антонина Михайловна его останавливала, отвечал ей: «Не наступай мне на язык!» Эта фраза часто цитировалась у нас дома.

У Сергея Николаевича был огромный талант человеческого общения. Он мог заговорить почти с любым человеком, причем в любых обстоятельствах, например даже в кабине лифта. И это всегда был разговор не вежливо холодный, а разговор взаимно интересный, в котором проявлялась яркая личность Сергея Николаевича, вносящего в каждый разговор частицу своего страстного увлечения жизнью, причем он был искрен-

не заинтересован в мыслях и словах собеседника. Поэтому у Сергея Николаевича было огромное количество знакомых, и это довольно неожиданным образом проявлялось в нашей домашней жизни. Куда бы мы ни отправились в воскресенье на прогулку, в Филевский парк, или в Звенигород, или еще куда бы то ни было, Сергей Николаевич обязательно встречал знакомого. Хорошо еще если это был не очень близкий человек и с ним не обсуждались физические проблемы — тогда можно было ожидать, что прогулка все-таки продолжится через некоторое время. Но если это был близкий человек, тогда ожидать конца разговора приходилось очень долго.

Сергей Николаевич и Мария Сергеевна Меркулова познакомились в РИАН (Радиовом институте Академии наук), где Сергей Николаевич был аспирантом. Их роман протекал незаметно для всех в поздние вечерние часы, когда Сергей Николаевич создавал свой прибор (и сидел окутанный проводами («как паук в паутине»), по выражению Марии Сергеевны), а у Марии Сергеевны шли многочасовые химические опыты. Когда в РИАН стало известно о предстоящей свадьбе — впечатление было как от «разорвавшейся бомбы». Действительно, трудно было себе представить более непохожих друг на друга людей. Сергею Николаевичу было в то время 22 года, он был очень одаренным, чрезвычайно веселым, спускался по лестнице через три ступеньки и вывинчивал и разбираал лам-

Очерк был опубликован небольшим тиражом (200 экз.) в сборнике «Академик Вернов — ученый Московского университета» (М., 2004). Здесь печатается с незначительными сокращениями.



Николай Степанович Вернов.



Антонина Михайловна Вернова.

почки в РИАН, так как только там была какая-то деталька, необходимая для его прибора.

Мария Сергеевна в свои 26 лет уже испытала очень много тяжелого. Она родилась в Петербурге, но детство и юность провела в Симферополе. Ее родители разошлись, и отсутствие отца воспринималось очень мучительно. Семью угнетало постоянное безденежье. В период Гражданской войны (Мария Сергеевна родилась в 1906 г.) Крым постоянно переходил из рук в руки, так что, просыпаясь утром, не знали, какая власть сейчас в городе. Каждая новая власть объявляла призыв в армию мужчин с 16 лет, и у Марии Сергеевны за уклонение от призыва были расстреляны ее близкие знакомые, сами еще почти что дети. По улицам было страшно ходить: стреляли, а на фонарях висели повешенные. В студенческие годы у Марии Сергеевны на руках умер ее младший брат, который сторел от скоротечной чахотки за три месяца.

Несмотря на столь различный жизненный опыт, у Сергея Николаевича и Марии Сергеевны было очень много общего в тех главных чертах, которые определяют позицию человека в жизни. В то время в РИАН была очень веселая компания хими-

ков, и Сергей Николаевич был принят в нее. Компанию возглавлял сам директор РИАН, Виталий Григорьевич Хлопин. Ставили целые оперы (например, «Бориса Годунова», где Виталий Григорьевич выступал в роли Пимена), в которых слова были собственными, и представление искрилось юмором. Переделали и «Хованщину», постоянно устраивали розыгрыши и т.п.

Любили давать прозвища, причем иногда так удачно, что они заменяли настоящее имя. У А.П.Ратнера было прозвище Гиппопотамус, которое было сокращено до Тамус. Этим именем его называли все, и даже новые сотрудники института писали официальные бумаги на имя Тамуса.

В 1936 г. Сергей Николаевич и немного позднее Мария Сергеевна переехали в Москву, в общежитие докторантов. Это была мансарда старинного дома на ул. Горького 22-а, напротив бывшего Английского клуба. Это была не коммунальная квартира, а именно общежитие: прямо с лестничной площадки можно было пройти по длинному коридору, в конце которого находилась наша квартира, а можно было попасть на кухню, где стояло много столов для всего этажа. Перед кухней была ниша, где на

проходе стояли раковины, не отделявшиеся дверью от коридора. Не было ванны, не было горячей воды, а когда шел дождь, всюду стояли тазы и в них капала вода. Быт был трудный. Марии Сергеевне, с ее большим сердцем, было тяжело подниматься на 5-й этаж, а когда с потолка капала вода, у нее начинался приступ ревматизма. Но жили на 5-м этаже очень дружно. Сергей Николаевич и Мария Сергеевна переехали туда совсем молодыми. Это были, наверное, хорошие годы, и вспоминали о них всегда с удовольствием, но все-таки когда Мария Сергеевна говорила: «Мы прожили 17 лет на 5-м этаже», — за этим чувствовалось очень многое. В этой квартире появилось двое детей: о рождении сына Сергей Николаевич узнал во время своей экваториальной экспедиции, а о рождении дочери — в очереди в кооперативе, отоваривая продуктовые карточки.

Комната у нас по сути была одна, но разделенная фанерной перегородкой на две, а ее большая часть еще делилась шкафом. В комнате было обыкновенное окно и еще два круглых иллюминатора, утопленных в скат крыши. В этом помещении жили шесть-семь человек (иногда больше) и почти постоянно гостил кто-нибудь из Ленинграда. Несмотря на трудный быт, общая атмосфера была очень веселой и оживленной, и друзья любили останавливаться в этой совсем лишенной комфорта квартире. Останавливался на 5-м этаже и Виталий Григорьевич Хлопин, хотя у него была квартира в Москве. Очень весело решался сложный вопрос о размещении всех на ночь, предлагались самые удивительные варианты.

Сохранились воспоминания большого друга нашей семьи, врача В.И.Салтыковского, который пишет о жизни на 5-м этаже. Вот некоторые выдержки из его воспоминаний: «В этом доме, когдаходишь, с языка невольно срывается первый вопрос: “Вы что? Только что пере-

ехали? Или покидаете квартиру?» Вопрос вполне законный. Вот стол профессора... На нем рядом с каким-то электрическим прибором из лаборатории стоит эмалированное ведро с мукой, уют, забытый женский коричневый чулок на академических толстых ученых книгах... и даже небольшой чемоданчик. Ноги под стол не просунешь — там стоят хозяйственные ящики... Стол украшен массивной горного мрамора чернильницей, но пера не полагается. Ручка при случае берется у 8-летнего сына... В этом доме всегда что-нибудь ищут — шапку на голове, перчатки в кармане, щетку. «Население» мечется в поисках то платяной щетки, то галстука, то веника. Утренние проводы владыки дома полны самого яростного движения... «Да накормите же меня! Ведь ухаживать надо», — вопит хозяин... и сам себе несет сковородку или чашку. Наконец сборы окончены, и «сам» уходит. «Слава тебе господи!» — крестится тетя (тетя Дуся): «одного спровадила». Очередь за хозяйкой, отправляющейся читать лекцию, но на ней виснет годовалая дочка, ударившаяся в капризы... Восьмилетний «студент» уходит еще ранее. Вслед за ним бегут по коридору, стало быть, что-нибудь забыл. Владеть домашним плацдармом остается тетя-завхоз.

Узенький коридорчик, по бокам двери, точно в плохой гостинице. Система однокомнатная... Комнатка тесна до невероятия, населения до девяти душ. Шкафы и занавески, заменяющие стены, отделяют жильцов друг от друга. Гость — это уже сверхуплотнение на ночь, идет распределение, куда кого и с кем класть спать. Только что налопавшемуся до ушей гостю уже через полчаса задается вопрос (тетей Дусей) с тревогой и даже страхом: «Не хотите ли еще кашки?.. А я вот еще тесто замесила... Пирожки». И все размещаются, и все довольны. Нахалу гостю отводится лучшая кровать, тетя у постельки годо-



Сергей Николаевич Вернов и его жена Мария Сергеевна Меркулова.

валой девы, хозяйка с мамой на диване... Так живут и работают наши ученые. Милая, русская, добрая, ералашная семья! Солдат с ружьем пропадет среди гор чемоданов, ведер с мукой, ученых книг, уютюгов, детских горшков и проч. Среди детского рева и капризов, кухонного ада и чада разрешаются сложнейшие научные проблемы, одна рука с книгой, в другой ребенок, мозги мечутся от карточек в стратосферу, от детских пеленок спускаются в химическую колбу».

И всю жизнь Сергей Николаевич мог работать в самых невероятных условиях: в метро, в машине, в поезде, в поликлинике, качая коляску с внуками. Был огромный научный энтузиазм, постоянный научный поиск, и это было так же естественно, как дышать, и трудно было только отключиться от этого — Сергей Николаевич страдал бессонницей. Его энергия, энтузиазм и оптимизм передавались другим людям, и он заражал своим азартным отношением к жизни и к науке. Если бы он мог прожить 100 жизней, то и этого ему было бы мало, так много он хотел сделать и так сохранил он непосредственную молодую жажду жизни.

Сергей Николаевич совершенно удивительно относился к своим учителям, к своим ученикам, к товарищам по работе, друзьям, семье. Как и во все, что он делал, он вносил в эти отношения искреннее и ярко эмоциональное чувство и, например, был очень благодарен своим учителям, считал, что «стал физиком лишь «найдя» себе учителя — Дмитрия Владимировича Скобельцына». С очень большой теплотой Сергей Николаевич всегда говорил о Политехническом институте в Ленинграде, который он окончил, сейчас там висит его портрет.

В своем отношении к людям Сергей Николаевич проявлял редкую теплоту и отзывчивость и очень тяжело переживал, когда помочь уже было нельзя. Были события, примириться с которыми было невозможно, и даже спустя много лет Сергей Николаевич все еще переживал трагическую гибель в горах Олега Николаевича Вавилова. Олег Николаевич был сыном Николая Ивановича Вавилова, в его судьбе принимал большое участие Сергей Иванович Вавилов. Сергей Николаевич был одним из руководителей диссертации Олега Николаевича, которую тот с бле-

ском защитил в декабре 1945 г., впервые за несколько лет взял отпуск, а в феврале 1946 г. его не стало. Эта страшная трагическая случайность, оборвавшая жизнь молодого блестящего физика, угнетала Сергея Николаевича, и, несмотря на всю свою красоту, вид гор всегда вызывал тяжелые воспоминания.

Когда праздновалось шестидесятилетие Сергея Николаевича, выступил Рольф Владимирович Лийк и начал свое выступление словами: «Я знаю Сережу 56 лет» (он был на четыре года моложе Сергея Николаевича). Брат Рольфа, Жорж, был ровесником Сергея Николаевича, и это были очень близкие друзья на всю жизнь. И каждый их приезд (они жили в Ленинграде) был праздником для Сергея Николаевича и всех нас. Но был совершенно особенный приезд Жоржа после 20-летней разлуки (Жорж был репрессирован). Какие бесконечно счастливые глаза были у Сергея Николаевича, и как молододозвучали их голоса, в которых слышался жаргон их молодости, бесшабашная радость, за которой угадывалось так много пережитых страданий.

Сергей Николаевич очень тревожился о своих близких, и мы тоже чувствовали, что наши жизни принадлежат не только нам, особенно это чувство обострилось, когда не стало Марии Сергеевны... Неожиданно выскочила из-за угла машина, и первая мысль: «Нельзя погибать, папа огорчится». А ведь в это время уже была своя семья и дети.

### Рассказ сына, Юрия Сергеевича\*

По всей вероятности, я обязан папе жизнью дважды. В июне 1941 г., как раз накануне войны, когда большинство не верило в ее скорое начало, он, оценив опасность момента, прилетел

\* Юрий Сергеевич Вернов, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института ядерных исследований.

в Симферополь, где я жил у бабушки, чтобы забрать меня в Москву.

Пожалуй, первое заслуживающее упоминания воспоминание связано со смертью Сталина. Мы жили тогда в Долгопрудном, а скорее всего, уехали туда сразу после 5 марта. Я очень хорошо помню, как папа волновался, чтобы мы с мамой не пошли к Колонному залу. Последовавшие события показали, насколько обоснована была эта тревога.

Следующие воспоминания связаны с поступлением на физфак МГУ. Папа уделил очень большое внимание нашей подготовке к экзаменам, особенно по физике. Я говорю «нашей», поскольку мы занимались вместе с моим другом Иосифом Сисакяном, ныне, увы, покойным. Особенно запомнился мне день перед экзаменом, когда папа взял нас на прогулку по Москверке. Хотя мы с Ивой и пытались заниматься даже там, наверное, такое проветривание мозгов оказалось чрезвычайно полезным. Папа и далее был весьма внимателен к моей учебе, и неслучайно мы с Ивой делали свои дипломные работы, а затем поступили в аспирантуру к его большому другу Евгению Львовичу Фейнбергу. Папу также очень заботили научные успехи младшего брата Иосифа Норайровича Сисакяна — Алексея, ставшего академиком и директором ОИЯИ, к нашему большому горю, недавно ушедшего от нас.

Я хорошо помню время, когда были открыты радиационные пояса, помню, что, по мнению многих теоретиков, нельзя было ожидать в космосе ничего принципиально нового. Природа, однако, оказалась изощренней. Папа очень хорошо понимал, что всегда необходимы эксперименты в новой области, а космос и оказался такой областью. Папа часто повторял, что Павел Алексеевич Черенков получил Нобелевскую премию «за честность». Когда многие известные ученые говорили ему, что обнаруженного им эффекта не может быть, он

отвечал: «А я его вижу». Помню, с каким азартом папа и Александр Игнатьевич Лебединский во время вечерней прогулки на Ленинских горах обсуждали физическую природу радиационного пояса. Папа не просто был увлечен наукой, он жил ею. Он постоянно обсуждал научные проблемы дома (чаще всего в длинных разговорах по телефону), в Узком, на прогулках, в поездках. Мне особенно запомнилась одна поездка, когда с нами в одном вагоне ехал Георгий Борисович Христиансен. Они говорили, кажется, о первичном спектре космических лучей, а я наслаждался тем потоком идей, которые возникали при этом. Круг работ, которыми папа интересовался, был очень широк и не ограничивался экспериментальными результатами. Возможно, тут сыграло свою роль то обстоятельство, что папа собирался стать теоретиком и только случай сделал его экспериментатором. В тот год, когда он поступал в аспирантуру, было место только в экспериментальную, а папа всегда спешил делать работы и не стал ждать год.

Очень характерным и, как мне кажется, нетривиальным, был тот факт, что выдающиеся достижения других ученых приводили его в восторг. Так, папа много раз с восхищением говорил о Николае Николаевиче Боголюбове, очень интересовался работами Виктора Амазасповича Амбарцумяна.

Однако его интересы отнюдь не ограничивались трудами маститых ученых. Фамилии молодых, на работы которых папа в свое время обратил внимание, ныне широко известны. Это, в частности, академики Владимир Георгиевич Кадышевский и Виктор Анатольевич Матвеев, профессора Борис Андреевич Арбузов и Олег Антонович Хрусталеv. Разумеется, папа не мог входить в технические подробности их работ, однако ему удавалось схватить суть проблемы и важность основного результата.

Я также хорошо помню, как папа отстаивал работу Давида Абрамовича Киржница и Андрея Дмитриевича Линде, которая была представлена на премию Академии наук. И в этом случае папа сумел оценить яркий физический результат теоретиков в далекой от него области.

Отдельная тема — это отношение папы к своему учителю Дмитрию Владимировичу Скобельцыну, отношение удивительно трепетное. Уже будучи более чем маститым ученым он всегда с пиететом говорил о своем учителе. Я хорошо помню, как на конференции в Ленинграде, посвященной папину семидесятилетию, он в своем выступлении говорил, что Дмитрий Владимирович и в то время воспитывал своих учеников. Возможно, в отношении него самого это и было некоторым преувеличением, но преувеличением очень характерным. И кто мог тогда подумать, что всего через два года учитель будет хоронить своего ученика.

Папа всегда стремился поддерживать новое, в частности способствовал развитию связей НИИЯФ с Дубной и Протвиным. В результате в Дубне есть сейчас филиал НИИЯФ, а на ядерном отделении физического факультета МГУ есть кафедра квантовой теории и физики высоких энергий, которую с момента образования и по сей день возглавляет академик Анатолий Алексеевич Логунов. И к тому и к другому событию папа имел самое непосредственное отношение.

В течение многих лет папа был заместителем академика-секретаря Отделения ядерной физики Академии наук. Среди достижений Отделения по развитию ядерной физики и физики элементарных частиц в стране отмечу лишь создание Института ядерных исследований, которому папа по мере сил способствовал, а затем постоянно поддерживал его первого директора, впоследствии академика и президента Академии наук Грузии



Академики С.Н.Вернов и Б.М.Понтекорво.

Альберта Никифоровича Тавхелидзе, ныне, увы, покойного.

Особое отношение у папы было к Дубне, в частности к филиалу НИИЯФ. Как папа занимался делами филиала в последние 10 лет, я мог наблюдать. В каждый свой приезд в Дубну он подолгу обсуждал проблемы филиала с его директорами, сначала с Юрием Николаевичем Лобановым, а затем с Анатолием Тимофеевичем Абросимовым.

Дубна давала папе также дополнительную возможность научного общения. Особенно активным оно было с академиком Александром Михайловичем Балдиным, с которым они были соседями.

В некотором смысле папа остался в Дубне навеки — там есть улица его имени.

Папа был, безусловно, человеком своего времени. Отсюда и знаменитые авралы, когда время существенно сжималось.

Он с удовольствием выполнял не только научные, но и общественные обязанности. Я очень хорошо помню, как папа был рад, что стал председателем Московского комитета защиты мира, и этой стороне своей дея-

тельности он отдавался с той же энергией, что и научной работе.

В наших разговорах на политические темы он всегда думал о том, как говорить таким образом, чтобы потом его сын не сказал чего-то лишнего. Вместе с тем по отдельным репликам я мог почувствовать, а точнее, потом оценить, насколько глубоко понимал он нашу действительность. Он не был диссидентом, но когда возник вопрос о том, что ему, возможно, придется подписать письмо против Андрея Дмитриевича Сахарова, он, не сказав никому, уехал на нашу квартиру, где в то время не было телефона.

Папа был, безусловно, честолюбивым человеком. Он очень радовался тому, что стал академиком, что ему было присуждено звание Героя Социалистического Труда. В последние годы он иногда говорил о себе: «И академик, и герой».

Помню, как в июне 1982 г. в ЦКБ он переживал, что его друг Евгений Львович Фейнберг, в то время член-корреспондент АН СССР (впоследствии академик), не получил правительственной награды в день своего



И.Я.Померанчук, С.Н.Вернов и В.И.Векслер на 12-й Рочестерской конференции. Дубна. 1964 г.

Фото Ю.А.Туманова

семидесятилетия. Вместе с тем я могу со всей определенностью утверждать, что ради удовлетворения своего честолюбия папа «ни единой долькой не отрекался от лица».

Папа старался следить за своим здоровьем, естественно, так, чтобы это не мешало его занятиям наукой. Почти не имея свободного времени, он все-таки каждый год отдыхал в «Узком», где мы часто ходили на лыжах. Когда мы отдыхали на Рижском взморье, кажется, это было в 1949 г., он вместе со мной и, естественно, ради меня стал брать уроки тенниса, которые определили мое спортивное пристрастие на всю оставшуюся жизнь. Папа не был футбольным болельщиком, но ради меня, который тогда им был, ходил несколько раз на футбол. И, удивительное дело, детали этих матчей врезались в мою память. Папа умел нетривиально заботиться о людях. Примером такого рода заботы обо мне было то, что он бросил курить тогда, когда решил, что я могу начать, воспользовавшись его примером. Видя, как трудно отвыкнуть от курения, я решил, что привыкать не стоит.

Увы, в некоторых обстоятельствах достоинства становятся недостатками. Желание папы как можно быстрее поправиться после операции в 1977 г., так сказать, на морально-волевых качествах, привело лишь к аритмии и инфаркту легкого. Тем не менее свое семидесятилетие он встретил, полный сил. Это был удивительно счастливый день. Папа был горд, что стал Героем Социалистического Труда, что столько людей пришло и приехало его поздравить. Семидесятилетие прошло так весело, а всего несколько месяцев спустя выяснилось, что папа серьезно болен. А дальше ряд случайностей, о которых даже сейчас тяжело вспоминать, привел к тому, что был выбран, скажем так, неоптимальный путь лечения. Последние два года папиной жизни были грустными, но всего лишь за три месяца до конца папу отпустили из больницы на целых шесть месяцев (обычно отпускали лишь на три). Увы, уже примерно через месяц он снова оказался в больнице, теперь уже академической. По-видимому, папа понял свое положение. Незадолго до конца он рассказал неизвестные

мне факты о прошлом нашей семьи. Мне потребовалось приложить много сил, чтобы сделать вид, что я не понял причины, по которой он это мне рассказывает.

Возможно, мне следовало бы начать с того, что папа боготворил свою мать, которая не только дала ему жизнь и во многом сформировала его характер, но и продлила его жизнь почти на пятьдесят лет. Папа часто рассказывал, как он хотел и мог полететь на стратостате вместо Усыскина, трагически погибшего при аварии в 1934 г. Однако мать сказала: «Только через мой труп!» После гибели экипажа стратостата Антонина Михайловна часто говорила сыну: «Ты уж прости меня, Сереженька, что я лишила тебя Кремлевской стены».

В жизни папы было одно событие, которое может служить прекрасной иллюстрацией к известному утверждению, что мир тесен. В конце 30-х годов советом еще молодой физик С.Н.Вернов запустил шары-зонды в Армении, а молодой армянский журналист взял у него интервью для республиканской русской газеты. И вот спустя почти четыре десятилетия они стали родственниками. Журналист оказался дядей моей жены, которая и продолжит семейные воспоминания.

### Рассказ Мелиты Николаевны\*

Начну с того дня, когда я впервые переступила порог квартиры, ставшей впоследствии своей на долгие годы. В тот день я познакомилась не только с моим будущим свекром, но и со своей замечательной свекровью и сразу почувствовала себя с ними очень легко. Мария Сергеевна слышала к тому времени очень плохо, не помогали, к сожалению

\* Мелита Николаевна Мнацаканова, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИИЯФ МГУ.

нию, и многочисленные слуховые аппараты, которые Сергей Николаевич привозил ей из-за границы и доставал в России. Но муж и сын, сидя от нее по разные стороны, повторяли ей все, что говорилось за столом, так что разговор мы вели общий. Мне бы хотелось сказать, что в успехе Сергея Николаевича был немалый вклад его супруги, которая освободила его от всех ежедневных забот. Сергей Николаевич подключался в особых обстоятельствах, как тяжелая артиллерия.

Вспоминается также эпизод, рассказанный Сергеем Николаевичем. Мы рассуждали о том, какое значение в том, как сложится научная карьера, играет «правильный» выбор второй половины. И Сергей Николаевич рассказал, что когда они с Марией Сергеевной работали в Радиовом институте и Мария Сергеевна помогала ему, они поставили на зарядку аккумулятор и продолжали работать в той же комнате. В какой-то момент оба лишились чувств, но Сергей Николаевич в полубессознательном состоянии сумел выползти в коридор и, когда его там заметили, нашел силы пробормотать, что в комнате осталась Мария Сергеевна. Мне легче, чем детям, сказать, что это была замечательная семья, в которой царили любовь, забота и уважение друг к другу. В семье жили тетя Сергея Николаевича — знаменитая тетя Дуся, о которой Сергей Николаевич очень любил рассказывать, цитируя ее, и мама Марии Сергеевны — Анна Григорьевна, причем какое-то время одновременно. Тут, конечно, помогал необыкновенный такт Марии Сергеевны. Наверно, мало найдется невесток, которые при всем желании не смогут вспомнить ни одного замечания, сделанного свекровью. Я из их счастливого числа. Вообще я очень легко вошла в семью, чем, безусловно, обязана родителям мужа и его сестре. Так же легко подружился и наши родители. После кончины Марии Сергеев-

ны, живя у нас, Сергей Николаевич не устал просить моих родителей переехать в Москву. К сожалению, переехала уже одна мама.

Исследования космических лучей привели Сергея Николаевича не только в Армению, но и в Грузию, в частности в Тбилиси, откуда я родом и где жили мои родители. Он дружил с Э.Л. Андроникашвили, директором Института физики АН Грузии. И вот Сергей Николаевич приехал на юбилей Андроникашвили и пригласил маму пойти с ним на торжественное заседание. Мама потом рассказывала, что, знакомя ее с многочисленными людьми, Сергей Николаевич не устал говорить: «Мать жены моего сына», и ни разу не сбился на краткое «теща».

Надо сказать, что Сергей Николаевич всегда останавливался у моих родителей. Я отмечаю это потому, что в то время они жили в старом доме, где кухня и туалет поутру имели температуру улицы, а колонку надо было топить дровами минут сорок, и это при том, что Сергей Николаевич при возможности принимал душ чаще одного раза в день.

Однажды Сергей Николаевич сказал мне, что поддержит молодого ученого, добавив: «Ведь его отца уже нет». Многие ли сделали бы так же? А как он поддерживал семью своего рано скончавшегося друга из Еревана Норайра Маркаровича Кочаряна!

После кончины Александра Игнатьевича Лебединского его вдову, филолога и многолетнего к тому моменту доцента МГУ Ирину Александровну Попову, хотели выселить из квартиры в Главном здании. А она говорила: «Из этой квартиры только на кладбище». И я уверена, что так бы и было. Но невероятные и продолжительные усилия Сергея Николаевича привели к тому, что Ирина Александровна осталась в своей квартире.

На моих глазах Сергей Николаевич сделал очень много доб-

рого разным людям. В Москве у нас не умолкал телефон, в Дубне, где у нас телефона не было, после приезда Сергея Николаевича дверь не закрывалась.

Здоровье Марии Сергеевны было предметом постоянного внимания и многих волнений Сергея Николаевича. Никогда не забуду состояние Сергея Николаевича после кончины матери Марии Сергеевны. Он очень боялся, что она не выдержит этого известия. Чтобы смягчить удар, он привез Марию Сергеевну к нам в Дубну, где заранее пошел в «Скорую помощь» и предупредил, что может быть вызов к человеку, перенесшему два тяжелых инфаркта. Сообщение взял на себя Юрий Сергеевич, а Сергей Николаевич ждал на террасе. Когда стало ясно, что Мария Сергеевна справилась с ударом, мы пошли к Сергею Николаевичу. Такого волнения и такого облегчения я никогда на его лице не видела. В последние годы жизни Марии Сергеевны ему досталось очень много тяжелого. Кроме моральных страданий при виде ее состояния на его долю выпала и большая физическая нагрузка. Мы могли помогать очень мало, так как начало болезни Марии Сергеевны совпало с рождением нашего сына. Елена Сергеевна жила в Ленинграде. Сергею Николаевичу помогала замечательная женщина, которая была помощницей моей свекрови многие годы, — Анастасия Алексеевна Иванова, ставшая любимым членом нашей семьи. В те редкие вечерние часы, когда она должна была отлучиться до прихода Сергея Николаевича, иногда, будучи в безвыходном состоянии, ибо мы жили к тому времени не только далеко, но и без телефона, Сергей Николаевич просил подежурить у Марии Сергеевны свою многолетнюю помощницу в институте Октябрину Владимировну Кульчицкую. Октябрина Владимировна со слезами на глазах рассказывала мне, что, благодаря, Сергей Николаевич целовал ей руки.

Вообще он умел быть благодарным. Говоря о той же Анастасии Алексеевне уже после кончины Марии Сергеевны, он сказал: «Ася должна приходиться к нам не столько раз, сколько нам нужно, а столько, сколько она хочет», имея в виду, что мы не должны ограничивать ее в возможности заработать в нашей семье. Сергей Николаевич вообще очень заботился об окружающих его людях. Заезжая к нам днем на служебной машине, он не уставал говорить: «Сейчас поднимется Саша, покормите его обедом», хотя прекрасно знал, что это и так доставит нам удовольствие.

Как-то Сергей Николаевич пришел к обеду вместе с Агаси Назаретовичем Чарахчьяном, и тот сразу стал рассказывать мне, как Сергей Николаевич спас ему жизнь во время войны. Они находились на путях и грузили приборы для эвакуации, в это время начался налет и Сергей Николаевич буквально заставил Агаси Назаретовича лечь на землю. После налета тот понял, что, если бы не послушал Сергея Николаевича, то вряд ли бы остался жить. Видно было, какое удовольствие доставлял этот рассказ Агаси Назаретовичу и какие теплые чувства связывают этих людей.

Хотелось бы еще рассказать, как Сергей Николаевич радовался рождению внука. Мы решили, что, если будет мальчик, назовем его Сережей, но не говорили Сергею Николаевичу. И вот так совпало, что Сергей Николаевич в это время в очередной раз был в Тбилиси и, как всегда, собрались наши родственники и друзья. Поднимая бокал за Сергея Николаевича, мой папа сказал о нашем решении. Папа, сам со слезами на глазах, рассказывал, что Сергей Николаевич был тронут до слез. Представляя кому-нибудь внука, всегда говорил: «Мой дублер». Сергей Николаевич рассказывал, что, когда в Петрограде начали стрелять на улицах, его мама развернула зеркальный шкаф,

который по сию пору нам служит, и приставила его к окну. Когда все закончилось, в белье нашли пули.

Сергей Николаевич всегда радовался приходу гостей, ходил к нашим друзьям, сидел с нами, и было видно, что ему это интересно. По субботам и воскресеньям, когда он не спешил, всегда говорил: «Я буду Шепилов». Это означало, что он хочет завтракать вместе с нами. Начинались разговоры, рассказы, и иногда эти завтраки длились долго, а иногда мы ходили вместе гулять.

Много раз в жизни Сергей Николаевич помогал нам всячески, иногда даже иносказательным рассказом, наверное, и поэтому также мы до сих пор не можем смириться с тем, что не все было сделано правильно во время его болезни. Вероятно, мы слишком привыкли к тому, что он знает лучше, как надо поступать. Поэтому и мысли не возникало критически все обдумать. К сожалению, в решениях Сергея Николаевича во время болезни главную роль играло соображение о том, сумеет ли он руководить НИИЯФ или нет после той или иной операции. Даже находясь в больнице, он живо интересовался тем, что происходит в институте. Как-то меня попросили повезти ему некоторые бумаги на подпись, ибо просящему казалось, что бумага, подписанная академиком, будет воспринята благосклоннее. Я взяла, но опасалась, что Сергей Николаевич будет недоволен тем, что ему не дают покоя даже в больнице. Как же я обрадовалась его реакции на мой робкий вопрос, подпишет ли он. Сергей Николаевич сказал: «С удовольствием». Было видно, что ему интересно читать присланное. После этого я уже с радостью выполняла подобные просьбы. Если сказать, что НИИЯФ много значил в его жизни, то это не сказать ничего. Например, он согласился на торжественное чествование в актовом зале МГУ в день своего шестидесятилетия

только потому, что в этот момент это было нужно НИИЯФ. К его семидесятилетию все было спокойно, и он с удовольствием принимал поздравления в своем кабинете, что было ему гораздо более по душе.

Не могу не рассказать и о том, как много сил и нервов стоил Сергею Николаевичу корпус высоких энергий НИИЯФ. Сейчас трудно поверить, что было время, когда в Москве был запрет на строительство многого, в том числе и зданий научно-исследовательских институтов. И вот в это самое время Сергей Николаевич задумал строительство вышеупомянутого корпуса. Как-то он приехал домой в большом волнении. Выяснилось, что по бумагам идет реконструкция мастерских, а на следующий день ожидается высокая комиссия, пред взором которой предстанет котлован. Сергею Николаевичу удалось выйти из положения, но разве это была единственная комиссия! Когда же корпус был построен, он был очень рад тому, что имеет в нем кабинет, так как его кабинет в южном крыле физфака был одновременно местом проведения семинаров и поэтому не всегда был в его распоряжении.

Сергей Николаевич очень ценил своих молодых коллег, которые помогали ему руководить НИИЯФ, считался с ними. Как-то, объясняя мне, что не может решить какой-то вопрос вопреки мнению Игоря Борисовича Теплова, его первого заместителя, он рассказал, что, когда Дмитрий Владимирович Скобельцын приходил в институт, первым его вопросом был: «Где Вернов?». И только после того как Сергей Николаевич садился с ним рядом, начинал принимать людей и решать вопросы. «Так же и я поступаю в отношении Игоря Борисовича», закончил Сергей Николаевич.

Конечно, несмотря на все другие многочисленные обязанности, делом его жизни был НИИЯФ. ■

# ПРИРОДА

популярной  
естественно-научно-художественный журнал

Подъ редакціей

проф. Ю. Ж. Вагнера, проф. Л. В. Писаржевскаго и проф. Л. А. Тарасевича.

Философія естествознанія. Астрономія. Физика. Химія. Геологія съ палеонтологіей. Минералогія.  
Общая біологія. Зоологія. Ботаника. Человѣкъ и его мѣсто въ природѣ.

ПРИРОДА

ЛССКЪС

1913

## Сущность душевных болезней

Приват-доцент А.И.Ющенко

В последние годы в учении о душевных болезнях замечается особое оживление, обязанное своим появлением новым течениям в биологии вообще и, в частности, успехам биологической и физической химии. Перенесение методов исследования и данных биологии и химии в психиатрию дают нам основания не только глубже проникнуть, чем это было до сих пор возможно, в сущность расстройств человеческого организма, сопровождающихся душевными болезнями, но и надеяться пойти гораздо дальше в смысле более активного лечебного вмешательства и более рациональных мер борьбы со злом, имеющим огромное значение для современной культуры.

Александр Иванович Ющенко (1869—1936) одним из первых стал разрабатывать биохимический подход к изучению психических расстройств человека. Свои научные результаты, поднимающие психиатрию на новый уровень, он обнародовал в 1912 г. в работе «Сущность душевных болезней и биологохимические исследования их», а год спустя изложил в популярной форме на страницах нашего журнала. Развивая это направление, он создал большую научную школу психиатров и невропатологов. К числу его последователей нужно отнести С.Н.Давиденкова, Н.М.Иценко (болезнь Иценко—Кушинга) и многих других видных ученых-медиков и врачей. Начав свою карьеру в Петербурге, Ющенко после 1917 г. работал в основном в Ростове-на-Дону и Харькове, где блестяще проявился его талант руководителя и педагога. В 1924 г. он был избран действительным членом Академии наук Украины. — *Примеч. ред.*

Все усложняющиеся условия современной социальной жизни, излишества и недостатки, богатство и бедность, болезни, отравления и т.п. способствуют не уменьшению, а нарастанию инвалидов и больных душой. Борьба с этим злом является насущной потребностью здорового человечества не только в интересах человеколюбия, но также и самосохранения.

Изучением затронутого вопроса занимаются целые отделы биологии и медицины, а также юридических и социальных наук. Мы сейчас озабочены только с тем, что нам известно о тех изменениях существа человеческого организма, которые сопровождаются расстройствами психической деятельности.

Знакомство с прошлым помогает лучше разобраться и понять настоящее и предвидеть будущее. Поэтому нам прежде всего следует бросить несколько, хотя бы отрывочных, взглядов назад. Понимание сущности болезней духа, или душевных расстройств, и их причин всегда зависело, как зависит и ныне, от господствующих в данное время основных учений о Сущем вообще, а затем уже и от учения о существе человеческого естества, так как человек представляется всем как часть Сущего, как часть Природы.

Насколько мы знаем, первобытный человек не отделял себя от окружающей природы. Все окружающее для него, он сам, было одухотворено. Бо-

лезни духа, как и болезни тела, он просто объяснял влиянием на него различных одухотворенных явлений окружающего и искал помощи у лиц, стоящих, по его мнению, ближе к тайнам природы: в болезнях он обращался к колдунам, ведунам и жрецам. И в гораздо более поздние периоды жизни человечества, например у большинства народов древней культуры, изучение и лечение душевных расстройств находилось в ведении жрецов, державших в своих руках все тайны науки, в том числе и тайну познания и лечения естества человека — медицину. Все это было в порядке вещей, согласно господствовавшим основным учениям о Сущем.

Интересным, почти исключительным, явлением прошлого был век расцвета древнегреческой культуры. Под влиянием широких философских учений того времени учение о душевных расстройствах достигло интересного и небывалого доголе развития. Душевные расстройства рассматривались тогда как расстройства телесной организации человека. Некоторые из идей того времени делаются ясными и научно подтверждаются только в последние годы. Но такое понимание существа душевных расстройств продолжалось относительно недолго и, начиная с III — IV столетия нашей эры, учение о душевных расстройствах подпадает влиянию тех дуалистических философско-религиозных воззрений, по которым все Сущее проявляется двояко: безначальный и бесконечный творящий Дух и сотворенный, подлежащий разрушению, видимый и осязаемый мир. Отсюда и учение о двойственности человеческого существа: с одной стороны, бессмертная, активная душа, а с другой — подлежащее смерти и тлению тело. Дух влечет человека к безначальному источнику жизни и добру, а тело — к злу, греху, болезням и смерти. Основанное на подобных воззрениях учение о сущности душевных болезней достигает особенно грубых и фанатических проявлений в мрачные времена Средних веков.

Душевнобольные обычно трактовались тогда, как нераскаянные грешники, или одержимые нечистыми и злыми духами. При таком взгляде на сущность болезней души лечение их заключалось в религиозных отчитываниях, заклинаниях, а то и в пытках и сжиганиях на кострах, примирявших грешников с Богом.

Подобное или похожее отношение к душевным расстройствам продолжалось до XVI и даже, можно сказать, за некоторыми исключениями, до XVIII века, когда произошел решительный поворот к учениям великих врачей древности.

В XVIII веке громко провозглашается принцип, что болезни духа, или душевные расстройства, суть проявления расстройства организма и поэтому должны изучаться наряду с другими болезнями врачами, а не философами и священниками и что психиатрия должна пользоваться общими

всем отделам медицины естественно-научными методами исследования.

Но провозглашение принципов на верхах научной мысли одно, а действительная жизнь — другое. То же было и в психиатрии: еще в конце первой половины прошлого века даже некоторые известные психиатры стояли на старой метафизической и религиозной точках зрения. Например, лейпцигский психиатр Эйрот, между прочим, учил, что душевная жизнь отнюдь не является спутником органической жизни и что в основе душевных расстройств лежат не болезни тела, а духа. По его учению, в основе меланхолии, сумасшествия и т.п. лежат порочный дух, одержимый гордыней разум и порочная воля. Таким образом, душевнобольные сами виноваты в своей болезни, потому что подпали греху по своей воле, а вследствие греха душа подчинилась телу вместо того, чтобы господствовать над ним. Невинные люди с ума не сходят... и т.д. в том же роде.

Современная научная психиатрия далека от подобных взглядов, но в других науках таких чисто метафизических учений осталось еще достаточно. Достаточно вспомнить, например, хотя бы о злой преступной воле юридических учений.

Всем известны отношения к душевнобольным необразованных слоев общества, а некоторым, вероятно, приходилось слышать и те фантастически легендарные сказания, которые передаются о душевнобольных и о «чудодейственных» поступках психиатров, и не только одними невеждами. Большинство людей относятся к проявлениям душевных расстройств совершенно иначе, чем к другим болезням, видят в душевных расстройствах проявления чего-то особенно таинственного и даже сверхъестественного. Наибольшая, однако, тайна заключается в сложности строения и жизнедеятельности живой организации вообще, и душевные расстройства таинственны и интересны совершенно столько же, как и другие, еще недостаточно изученные болезни нашей организации.

В течение XIX века, как и ныне, учение о сущности душевных расстройств и их лечении находилось преимущественно под влиянием двух основных воззрений на Сущее: психофизического параллелизма и материализма.

Первое воззрение ведет свое начало от Спинозы и носит общее название пантеизма. Одно из разветвлений его со второй половины прошлого века известно под именем психофизического параллелизма. По этому учению все Сущее проявляется и доступно нам в двух рядах явлений — материальном и духовном. Оба ряда всегда протекают неразрывно и параллельно. Достаточно изучать изменения одного ряда, чтобы судить и об изменениях другого, и наоборот. По одному из разветвлений психофизического параллелизма психическое является только вторичным приложением физического. Это ответвление психофизического па-

раллелизма уже стоит близко к другому учению о Сущем, а именно к чистому материалистическому учению, полагающему в основе всего, в том числе и духовного, только материальное. Человеческий организм по этому учению как часть материального мира состоит из сложно построенных материальных молекул. Разнообразием расположения и движений этих молекул объясняет материалистическое мировоззрение все проявления жизни, в том числе и психической. Под значительным влиянием названных учений развивалась собственно и вся медицина XIX века, которая, как известно, достигла именно в это время огромных результатов. Насколько нам известно, медицина никогда в истории человечества ничего подобного не переживала. Благодаря усовершенствованию микроскопа и вообще микроскопической техники исследование строения здоровых и больных организмов достигло небывалых успехов, причем наиболее широкое развитие получили именно отделы медицины, связанные с успехами морфологии. К сожалению, эти успехи наименьшую службу со служили психиатрии как науке познания сущности, душевных расстройств и их лечения.

В других отделах медицины старое симптоматологическое направление, заключающееся в изучении внешних симптомов (признаков, проявлений) болезней, заменилось в течение XIX века этиологическим и патолого-анатомическим направлениями, и на этих последних построились новые системы классификаций. Психиатрия же все это время продолжала пользоваться по преимуществу наиболее несовершенными и нередко случайными симптоматологическими исследованиями.

Наиболее всего в психиатрии разрабатывались симптоматологически-психологический и психопатологический методы исследования, и болезни организма, сопровождающиеся душевными расстройствами, классифицировались обычно по их чисто внешним симптомо-психологическим особенностям.

Если, например, у больного замечались печаль, тоска, угнетение и т.п., то это определялось как особая болезнь — меланхолия. Если преобладало веселое состояние, возбуждение — то как мания. Явления бреда — как бредовое помешательство и т.п.

Это почти то же, как если бы кто болезни легких вздумал определять только по характеру кашля, одышки, количества дыханий и т.п.

Во второй половине XIX века к психопатологическим симптомам психиатрия начинает присоединять исследование различных так называемых органических симптомов поражения нервной системы. В конце концов, пользуясь начатыми еще со времен Рокитанского патолого-анатомическими исследованиями, удастся выделить одну болезнь головного мозга, сопровождающуюся душевными расстройствами, — так называемый прогрессив-

ный паралич помешанных. Тогда-то и оказалось, что в различные периоды этой, в существе единой болезни могут встречаться все вышеперечисленные психопатологические картины, или симптомо-комплексы — меланхолия, мания, расстройства сознания, бред и др. После этого начинается стремление к классификации, т.е. к определению всех душевных расстройств по образцу прогрессивного паралича, так, чтобы болезненный процесс характеризовался не случайными психологическими внешними проявлениями, а на основании существа патологических процессов и чтобы название болезни характеризовало весь болезненный процесс с начала до конца. В таком переходном состоянии клиническая психиатрия находится и ныне.

Позволю себе немного отклониться в сторону и напомним рассказ незабвенного А.П.Чехова «Черный монах», а именно диалог между героем рассказа Ковриным и галлюцинаторным образом монаха. «...“Ты мираж”, — проговорил Коврин. Монах ответил: “Легенда, мираж, и все это — продукт твоего возбужденного воображения. Я — призрак”. — “Значит, ты не существуешь?” — спросил Коврин. “Я существую в твоём воображении, а воображение твоё есть часть природы, значит я существую и в природе...” — сказал монах».

В этих нескольких словах большого художника и мыслителя дается интересный ответ на вопрос о сущности здоровой и больной души. До сих пор психиатрия наиболее интересовалась, выражаясь словами Чехова, «расстройствами воображения», «миражем», т.е. психологическими симптомами, а теперь она пытается объективно изучить те процессы природы, которым соответствуют эти «миражи», «расстройства воображения» и т.п.

Для изучения этих процессов у естествоиспытателя психиатра существовали и существуют, кроме психологического, еще пути морфологический, или патолого-анатомический, и биохимический или физико-химический.

Раз успехи психиатрии в течение XIX века выражались больше всего в изучении психопатологических признаков душевных заболеваний, то именно в этом отношении сделано очень много и в смысле ухода и отчасти лечения душевно-больных.

Дальнейшее развитие экспериментальной психофизиологии и психопатологии поставит еще объективнее и прочнее вопрос изучения симптоматологии душевных расстройств и некоторых психотерапевтических и лечебно-педагогических мероприятий. От этого выиграют педология, педагогика, социально-юридические науки, но не практическая медицинская психиатрия.

Что касается морфологических исследований в психиатрии, то они широко применяются уже около 60 лет и, как было выше сказано, способст-

вовали выделению прогрессивного паралича, затем разъяснению анатомических особенностей идиотизма и некоторых других — так называемых органических психозов.

Только теперь начинают выясняться патолого-анатомические особенности преждевременного первичного слабоумия. Во многих же случаях душевных болезней и до последнего времени никаких характерных патолого-анатомических изменений в мозгу не находили.

Анатомическое направление познания сущности душевных болезней не сказало еще своего последнего слова, тем не менее можно сказать уже определенно, что чисто патолого-анатомическое направление в психиатрии может послужить твердой опорой для анатомической диагностики, но от него нельзя ожидать разъяснения этиологической сущности душевных расстройств и выработки активных способов лечения и предупреждения их.

Современные течения биологии, физики и химии заставляют придти к заключению, что разъяснения сущности вырождения и болезней души мы должны искать в биохимическом направлении. Это направление не противоречит ни психофизическому, ни материалистическому учению о Сущем и как нельзя более находится в соответствии с энергетическим мировоззрением. Вспомним некоторые положения последнего: единым деятельным началом Мира является энергия. Мельчайшие скопления энергии — суть электроны, не обладающие массой. Из электронов составляются атомы и молекулы. Все, что мы называем материальным и телесным, мы должны представить такими скоплениями, такими организациями различных видов энергии, которые могут быть перемещаемы без нарушения их стойкости.

Человек представляет собою очень сложное и тонкое скопление энергии, образовавшееся в течение миллионов лет путем наиболее совершенного приспособления к явлениям внешнего для организма Мира. Человеческий организм, как и все живое, обладает свойством в течение индивидуальной жизни саморегулировать внутренние процессы, приспособлять их к внешним явлениям Мира и тем отстаивать в известных пределах свою физическую и психическую личность. В сложной организации человека участвуют различные энергии, главным образом энергии формы, поверхности и особенно химическая энергия.

Вся жизнедеятельность подобной организации выражается в обмене энергии, как в пределах самой организации, так и с внешними энергиями Мира.

Все процессы нашего организма — двигательные, тепловые, секреторные, нервные и психические — суть проявления обмена энергии, или, как теперь часто еще говорят, выражение обмена веществ в организме.

Человек образуется, растет, живет и умирает благодаря общему резонансу жизненных энергий, полученных им по наследству. Огромное значение имеет приток энергии извне в виде питания, дыхания и т.п. и, наконец, воздействие на нашу организацию тех энергий внешнего Мира, которые влияют на нас через особые приспособления, называемые органами чувств. Весь этот обмен энергии регулирует жизнь организма, создает физическую и, как говорят, духовную личность человека, устанавливающую, как принято считать, произвольно свои отношения к окружающему внешнему миру.

Став на изложенную точку зрения, делается совершенно понятным и ясным, что для того, чтобы познать жизнедеятельность нашего организма, нужно изучить физико-химическое строение его и весь ход обмена энергии в нем. Одним словом, нужно стремиться разгадать, разложив ее на более простые, сложнейшую из физико-химических формул, созданных природой.

При изучении болезней души необходимо, хотя бы схематически, выяснить те особенности расстройств обмена, которые сопровождаются симптоматологически душевными болезнями.

Выяснение физико-химического строения и жизнедеятельности человеческого организма представляется нам далеким идеалом. Будет ли он даже достигнут и когда? С положительностью трудно сейчас что-либо утверждать или отрицать. Но колоссальные успехи естествознания вообще и, в частности, биологической и физической химии за последние годы позволяют нам быть скорее оптимистами. Не так еще давно так называемые органические вещества считались недоступными лабораторному синтезу, получению *in vitro*, как говорят; а ныне синтезированы уже многие сложные продукты животного обмена. Искусственно приготовлены такие составные части организма, как углеводы, жиры и, наконец, сложные аминокислоты, из которых состоит белок, самое сложное из известных нам органических образований. Знаменитый в этой области ученый Фишер обещает нам даже дать синтез некоторых белков, главных носителей жизни. К этому надо добавить и успехи учения о коллоидальном состоянии материи и т.п.

Мы не можем, конечно, всего этого здесь касаться и долго останавливаться на идеалах науки и должны вернуться к избранному нами предмету — к изучению биохимической сущности процессов, лежащих в основе душевных заболеваний. Тем более что подойти к объяснению особенностей этих болезненных процессов научной мысли удастся скорее и проще, чем разрешить задачу о физико-химическом потоке явлений человеческой жизни. Можно сказать более: в характере расстройств биохимических процессов организма, сопровождающихся душевными болезнями, мы можем отчасти уже разбираться и ныне.

Иллюстрировать применение основных направлений в психиатрии можно следующим примером: к специалисту приходит субъект, заболевший лишь недавно. У него нормальная температура, он плохо держится на ногах, речь его малосвязана, он плохо сознает окружающее, чаще смеется, но легко и плачет и т.п. Одним словом, обнаруживает ясную картину душевного расстройства. Представитель чисто психологического симптоματοлогического направления может изучать у этого больного состояние сознания, настроение духа, состояние мышления, затем поведение, состояние чувствительности, рефлексy и т.п. В случае смерти этого больного органы будут подвергнуты представителем анатомического направления тщательному микроскопическому исследованию, которое обнаружит те или другие, мало характерные обычно, изменения в мозгу. Представитель же биохимического направления, не отказываясь ни от психологических, ни от патолого-анатомических исследований, на первом плане начнет исследовать выделения и отделения этого больного, его кровь и т.п. Этим путем он в некоторых случаях сможет доказать, что больной отравлен и отравлен, скажем, алкоголем. Если устранение алкоголя не поможет, то психиатр биохимик продолжит свои исследования дальше и может обнаружить, что больной, кроме алкоголя, отравился еще, скажем, морфием, рыбным ядом и т.п. ядами, вводимыми в организм извне. Исследования могут ему показать и другое. Они могут показать и действительно обычно показывают, что больной отравлен, но не ядами, введенными извне, а образовавшимися внутри организма. Тогда биохимик психиатр займется уже более трудной, но доступной в значительной степени задачей. Он постарается изучить, что это за внутренние яды, что это за самоотравление и под влиянием каких нарушений обмена веществ яды эти образуются и т.п. Для полноты изложения следовало бы перейти сейчас хотя бы к основам учения о самоотравлении, о способах исследования самоотравления и расстройств обмена веществ в организме вообще и, в частности, у душевнобольных. Но сколько-нибудь подробное изложение этой стороны дела увлекло бы нас слишком далеко в сторону, и мы должны ограничиться лишь несколькими краткими указаниями.

Еще школа Гипократа объясняла расстройства духа отравлением мозга ненормальными соками организма. Затем это учение совсем было забыто. На новых, более прочных, началах оно возникло только уже в конце XIX века, когда биолого-химические исследования показали, что сыворотка, а также отделения и выделения многих душевнобольных содержат какие-то яды, развивающиеся в самом организме. Многие из таких ядовитых начал были затем изучены и даже приготовлены искусственно. Но при этом выяснилось, что суть дела не столько в ядовитых веществах, сколько в тех

нарушениях процессов обмена, при которых эти вещества образуются и не выделяются. Стало ясно, что ограничиваться только выделением и химическим изучением этих внутренних ядов нельзя, что нужно идти дальше, нужно стремиться хотя бы схематически разобраться во всей сложности обмена веществ в здоровом организме и изучить наиболее грубые отклонения от нормы, сопровождающиеся душевными расстройствами. Чтобы пояснить сказанное, остановимся только на одном, надеюсь, понятном всем примере. Всем известна болезнь подагра. Подагрические припадки часто выражаются болями в суставах пальцев рук, ног и других частей организма. Химическими исследованиями выяснено, что в организме подагриков происходит очень сложное расстройство химического обмена, между прочим и расстройство обмена важных фосфорсодержащих составных частей клетки — нуклеинов и накопление в организме продуктов распада этих нуклеинов — мочевой кислоты и близких ей по составу пуриновых оснований. Вот это-то расстройство обмена, или, как еще говорят, подагрический диатез, и может вызывать не только боли в суставах, мышцах и нервах, но и самые различные сложные заболевания, как астму, мигрень и др. страдания, а также и многие душевные расстройства. Не нужно пояснять важное практическое значение подобной постановки дела. Психиатр, установив биохимическими исследованиями, что в основе болезни у данного больного лежит подагрический диатез, уже не удовлетворится симптоματοлогическим диагнозом меланхолии, мании, истерии и т.п., не станет назначать на первом плане усиленное питание, покой или развлечения, или какие-либо приемы психического лечения, а обязан прежде всего назначить соответствующее противоподагрическое лечение и соответствующий режим. То же самое можно сказать и о других расстройствах обмена, о других известных медицине диатезах. Биохимические исследования начинают ближе выяснять давно известный факт связи между процессами, сопровождающимися инфекционными болезнями, и душевными расстройствами. Известно, что тифы, рожа и другие инфекции нередко осложняются лихорадочным бредом и настоящими психическими расстройствами. Еще более важную роль в этиологии душевных расстройств играют сифилитическая и отчасти туберкулезная инфекция. С другой стороны, психиатрам известно было также, что долго тянущиеся душевные расстройства нередко проходят при заболевании организма тифом, рожей, карбункулом и др. Некоторые же душевнобольные, наоборот, трудно переносят инфекции и легко от этого погибают. Современная психиатрия и биохимия стараются выяснить ближе сущность подобных зависимостей. Благодаря применению некоторых биохимических реакций, так называемых реакций иммунитета, кое-что уже удалось и в этом отноше-

нии сделать. Эти новые исследования позволяют объективнее и глубже разобраться в существе патологических процессов, сопровождающихся душевными расстройствами.

Например, исследованием крови и спинномозговой жидкости мы теперь можем установить, что данный душевнобольной страдает прогрессирующим параличом, сифилисом мозга, туберкулезом мозговых оболочек, раковым их поражением и т.п. С помощью биохимических реакций открыто присутствие в организме некоторых душевнобольных особых белковых, липоидных и белково-липидных соединений, не встречающихся у психически здоровых вовсе, или во всяком случае не в таком значительном количестве, как у душевнобольных.

Биохимические же исследования показали, что в организме душевнобольных нередко нарушены ферментативные процессы, процессы как наружной, так и внутренней секреции и т.д. Подобно тому как переваривание пищи в кишечнике совершается при помощи хорошо известных пищеварительных ферментов, так и все процессы в тканях организма происходят также под влиянием различных внутритканевых ферментов. Эти-то ферментативные процессы и являются регуляторами обмена энергии, поддерживающими устойчивость животной организации. И вот, новейшие исследования показывают, что эти регуляторные ферментативные процессы в организме многих душевнобольных нарушены. Отсюда ясно, что для того, чтобы восстановить угасающую или расстроенную психику у таких больных, нужно прежде всего изучить и восстановить правильный ход ферментативных процессов. К этому и стремится современная психиатрия. Исследования крови и соков организма, а также химические исследования органов после смерти показывают, что в организме некоторых душевнобольных наблюдаются расстройства в содержании и обмене наиболее сложных составных частей клетки, ее белковых и липоидных соединений. Теми же физико-химическими исследованиями показано значение этих сложных коллоидальных веществ в вышеописанных процессах иммунитета и ферментации, а также значение в этом смысле обмена некоторых солей — натрия, кальция, магния, мышьяка, железа и др. Оказывается, что введением или усиленным выведением тех или других солей из организма можно до известной степени регулировать обмен веществ, что открывает опять новые горизонты для терапевтического вмешательства при душевных расстройствах.

В заключение мы остановимся еще на одном вопросе, представляющем важное завоевание науки последних лет. Известно, что пищеварительные соки выделяются различными железами — слюнными, желудочными, кишечными, поджелу-

дочной железой и т.п. Эти железы, как и другие, например потовые, называются железами наружной секреции, потому что отделяемое ими поступает наружу. Наряду с ними существуют еще так называемые железы с внутренней секрецией, отделения которых поступают прямо в соки организма, в кровь. От правильной и содружественной деятельности этих желез и зависит по преимуществу внутритканевый сложный обмен веществ организма, в том числе и обмен в мозгу. Раз хоть одна из главных желез внутренней секреции удалена, деятельность организма резко расстраивается и опытное животное обычно погибает. При заболеваниях этих желез у человека наступают тяжелые расстройства обмена, сопровождающиеся нередко и тяжелыми нервными и душевными расстройствами. Связь многих нервных и душевных заболеваний с расстройством деятельности желез с внутренней секрецией твердо установлена клинически, анатомически и биохимически. Наилучше изучены в этом отношении щитовидная и надпочечные железы. Нарушая деятельность этих желез, малых по величине, но важных по значению, а также околощитовидных железок в опытах на животных, можно вызвать у них сложные расстройства обмена, сопровождающиеся судорожными припадками и другими тяжелыми расстройствами деятельности нервных центров, напоминающими отчасти некоторые явления у душевнобольных людей. Психиатры и невропатологи знают благодаря всем этим исследованиям, что в некоторых случаях нервных и душевных болезней симптоматологическое лечение бесполезно, но существенную, иногда разительную пользу приносит лечение соками и тканью желез с внутренней секрецией и назначение соответствующего диетического режима. В других же случаях приходится даже прибегать к операциям пересадки или удаления частей заболевших желез и т.п. Вот опять новые пути для лечения нервных и душевных болезней. Из всего сказанного видно, какой огромный, но вместе с тем и благодарный труд представляют биохимические исследования при нервных и душевных расстройствах. Можно думать, что эти исследования приведут наконец нашу науку к пониманию сущности процессов, лежащих в основе вырождения и болезней духа.

Мы даже пойдем дальше и позволим себе выразить надежду, что именно биологическое и физико-химическое направление в изучении жизнедеятельности организмов помогут человечеству разьяснить тайну жизни вообще, понять наиболее таинственное и редкое проявление жизни — душевные явления, и таким образом «познать самого себя» — словом, решить самую трудную задачу, предстоящую перед умственным взором человечества.

# Новости науки

## Физика

### В Дубне синтезирован элемент №117!

В последние годы в Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований (ЛЯР ОИЯИ, Дубна) были впервые синтезированы пять новых сверхтяжелых элементов с порядковыми номерами 113–116 и 118 и исследованы радиоактивные свойства 34 новых наиболее тяжелых нуклидов. Эксперименты по синтезу самого тяжелого элемента, №118, были выполнены в 2002–2005 гг. Но приступить к изучению «пропущенного» №117 долгое время не удавалось.

Получить же этот элемент было особенно важно — речь шла не просто о заполнении пустующей клеточки Периодической таблицы элементов Д.И.Менделеева. Согласно теоретическим предсказаниям, при распаде изотопов элемента 117 могли быть изучены свойства еще около 15 новых изотопов нечетных элементов, максимально обогащенных нейтронами. Ожидалось, что удастся наблюдать изменение свойств ядерной материи при переходе от ядер со сферическими оболочками с числом протонов  $Z = 114$  и числом нейтронов  $N = 184$  к ядрам, чья стабильность определяется существованием деформированных оболочек с  $Z = 108$  и  $N = 162$ .

Синтез элемента 117 реально возможен в трех реакциях слияния:  $U + Mn$ ,  $Am + Ti$  и  $Bk + Ca$ . Анализ показывал, что вероятность образования нового элемента в первых двух реакциях была бы в десятки и сотни раз ниже, чем в последней. Учитывая, что скорость образования сверхтяжелых элементов 116 и 118 в экспериментах состав-

ляет примерно один атом в месяц, выбор был сделан в пользу реакции берклий + кальций. Дважды «магическое» ядро изотопа  $Ca-48$ , обогащенное нейтронами, успешно использовалось при синтезе уже не раз. Но в данном случае в качестве «партнера» требовался изотоп  $Bk-249$ , имеющий период полураспада всего 320 дней. Собственно, его отсутствием и объяснялся «пропуск» номера 117. Пока этот изотоп может быть «наработан» (как говорят ядерщики) только на высокопоточном реакторе HFIR в Ок-Ридже (США). Это действительно драгоценный материал: стоимость соседнего с берклием изотопа — калифорния-249 — достигает 60 тыс. долл. за 1 мг. И переговоры с американскими коллегами увенчались успехом.

Эксперименты по синтезу нового элемента 117 в реакции полного слияния  $^{249}Bk + ^{48}Ca$  проводятся под руководством академика РАН Ю.Ц. Оганесяна на газонаполненном сепараторе ЛЯР в сотрудничестве с американскими лабораториями ORNL (Ок-Ридж), LLNL (Ливермор) и Университетом Вандербильда (г. Нэшвилл, США). Помимо средств из бюджета ОИЯИ для финансирования работ были выделены специальные гранты Росатома, РФФИ, Президента РФ, Департамента энергетики США.

В июне 2009 года тяжелый транспорт с 25 миллиграммами  $Bk(NO_3)_3$  прибыл в НИИ атомных реакторов (г. Димитровград), где по уникальной технологии была изготовлена мишень для облучения ускоренными ионами кальция. Обогащенный изотоп кальций-48 был наработан на комбинате «Электрохимприбор» (г. Лесной).

Мишень представляет из себя слой окиси берклия толщиной 0,3 мг/см<sup>2</sup>, нанесенный на титано-

вую фольгу толщиной 1,5 мкм. Для снижения тепловых нагрузок мишень выполнена в виде вращающегося диска; площадь ее составляет примерно 32 см<sup>2</sup>, а полное количество использованного берклия — около 12 мг. При взаимодействии ускоренных ионов кальция-48 с ядрами берклия-249 продукты ядерных реакций вылетают из мишени по направлению пучка.

Сам эксперимент организован следующим образом. Ионы кальция с зарядом +5 получают в источнике, использующем электронный циклотронный резонанс (ЭЦР). В свое время именно создание ЭЦР-источников дало возможность начать эксперименты по синтезу сверхтяжелых элементов. Дело в том, что они обеспечивают необходимую интенсивность пучка при расходе рабочего вещества около 0,5 мг/час и позволяют ускорять весьма дорогостоящие изотопы, такие как кальций-48, титан-50, железо-58.

Ускорение ионов осуществляется на изохронном циклотроне У400, который для проведения экспериментов был существенно модернизирован. Продукты ядерных реакций разделяются при помощи газонаполненного электромагнитного сепаратора. Параметры настройки сепаратора выбраны таким образом, чтобы с максимальной эффективностью транспортировать к детекторам на фокальной плоскости продукты реакций полного слияния. Время транспорта оказывается около 1 мкс. При этом первичный пучок подавляется в  $\approx 10^{17}$ , а поток упруго выбитых атомов мишени и мишенеподобных продуктов — в  $\approx 10^5$  раз.

Фокальный детектор позволяет с высокой эффективностью регистрировать около 10 параметров, характеризующих импланта-

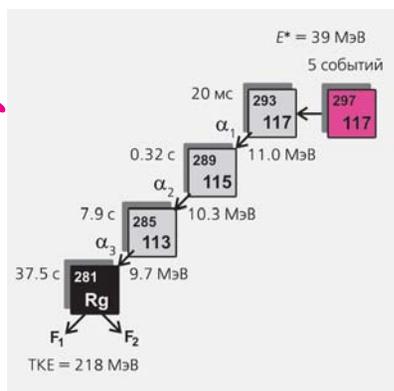


Рис. 1. Усредненная по пяти событиям цепочка распадов изотопа  $^{293}\text{117}$  и его дочерних продуктов. Приведены усредненные времена жизни изотопов ( $\tau = T_{1/2} / \ln 2$ ), энергии  $\alpha$ -частиц и полные кинетические энергии осколков спонтанного деления (ТКЕ).

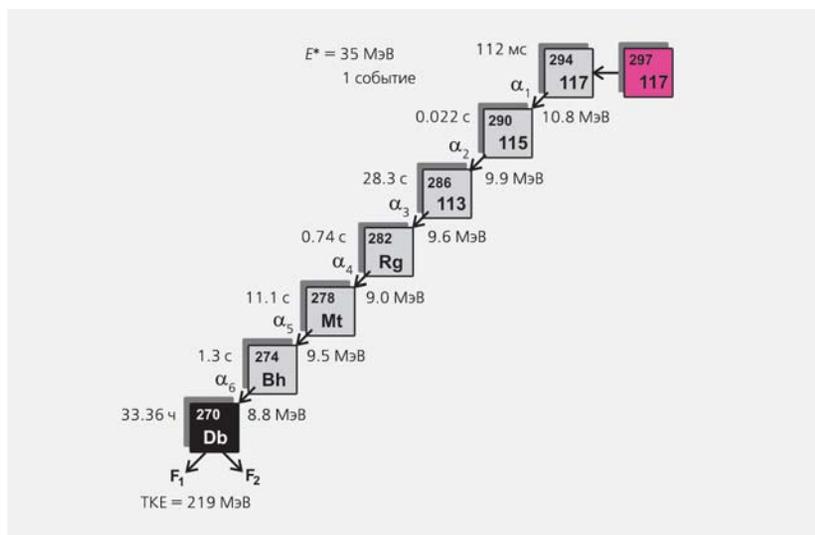


Рис. 2. Зарегистрированная цепочка распадов изотопа  $^{294}\text{117}$  и его дочерних продуктов. Указаны те же параметры, что и на рис.1.

цию и распад продуктов реакций, таких как позиция и время имплантации, энергии  $\alpha$ -частиц и осколков спонтанного деления, времена пролета продуктов ядерных реакций и т.д., а также служебную информацию. Система сбора данных устроена таким образом, что в случае наблюдения событий, удовлетворяющих заданным критериям отбора, ускоритель можно выключать — это позволяет вести дальнейшую регистрацию в бесфоновых условиях.

Энергия ускоренных ионов  $^{48}\text{Ca}$  в первой серии экспериментов выбиралась в соответствии с расчетным максимумом вероятности образования изотопа  $^{293}\text{117}$ , продукта испарения четырех нейтронов из составного ядра  $^{297}\text{117}$ , и соответствовала энергии возбуждения  $E^* = 39$  МэВ. Средняя за время эксперимента интенсивность пучка ионов на мишени составляла  $3 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$ , полная доза ионов  $^{48}\text{Ca}$  получилась  $2.4 \cdot 10^{19}$ .

Так впервые был синтезирован новый сверхтяжелый элемент с порядковым номером 117. Первое событие было зарегистрировано 20 августа 2009 г. В общей сложности пока получено пять ядер изотопа  $^{293}\text{117}$ . Этот изотоп испытывает три последовательных  $\alpha$ -распада, ведущих к спонтанно делящемуся ядру  $^{281}\text{Rg}$  (рис.1). Измеренное

сечение образования ядер  $^{293}\text{117}$  составило 1.3 пб.

Сейчас эксперименты по синтезу изотопов элемента 117 в реакции  $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ , направленные на изучение радиоактивных свойств ядер  $^{293,294}\text{117}$  и дочерних продуктов их радиоактивного распада, продолжают.

Для изучения свойств самых тяжелых изотопов от  $^{294}\text{117}$  до  $^{270}\text{Db}$  был начат эксперимент при энергии ионов  $^{48}\text{Ca}$ , соответствующей максимуму выхода продуктов реакции с испарением трех нейтронов ( $E^* = 35$  МэВ). Ожидалось, что стабилизирующее влияние нейтронной оболочки  $N = 184$  усилится и приведет к росту времен жизни новых ядер. В ходе этого эксперимента при дозе пучка ионов  $^{48}\text{Ca}$   $2.0 \cdot 10^{19}$  удалось наблюдать одно событие образования и распада изотопа  $^{294}\text{117}$  (рис. 2). Зарегистрированная цепочка содержала 6 последовательных  $\alpha$ -распадов и через 33 часа (!) закончилась также спонтанным делением.

В то время как соседние изотопы  $^{293}\text{117}$  и  $^{294}\text{117}$ , их «дочки»  $^{289}\text{115}$  и  $^{290}\text{115}$ , а также «внучки»  $^{285}\text{113}$  и  $^{286}\text{113}$  распадаются сходным образом, свойства более далеких «потомков» различаются весьма значительно. Например, изотоп  $^{281}\text{Rg}$  испытывает  $\alpha$ -распад, а  $^{282}\text{Rg}$  делится спонтанно. Обращает на

себя внимание «гигантское» время жизни  $^{270}\text{Db}$  — 33 часа. Это наблюдение говорит в пользу значительного стабилизирующего влияния нейтронной оболочки  $N = 162$ .

Сравним свойства вновь синтезированных тяжелых изотопов с  $Z = 113$  и Rg ( $Z = 111$ ) и известных более нейтронодефицитных «легких» изотопов, можно видеть, что добавление 5-6 нейтронов увеличивает времена жизни изотопов в  $10^5$ – $10^6$  раз. Этот факт свидетельствует о наличии замкнутой нейтронной оболочки при более высоких числах нейтронов, возможно при  $N = 184$ .

Полученные экспериментальные данные о характеристиках распада новых изотопов убедительно подтверждают существование области повышенной стабильности сверхтяжелых элементов.

Измеренные параметры радиоактивного распада ядер элемента 117 и дочерних нуклидов позволяют определить условия проведения и начать подготовку экспериментов по изучению химических свойств элементов 111 и 113.

Результаты эксперимента опубликованы в журнале *Phys. Rev. Lett.* (V. 104, 142502) 9 апреля 2010 г.

© А.Г.Попеко,  
кандидат физико-математических наук,  
ОИЯИ, Дубна

**Как рождаются массивные звезды**

До сих пор одной из фундаментальных задач, не решенных астрофизикой, остается проблема образования массивных звезд, нет ответа даже на базовый вопрос о единстве механизма образования массивных звезд и звезд с малыми и промежуточными массами. Ключевым отличием между массивными и маломассивными звездами с точки зрения процесса их формирования оказывается отличие характерных времен аккреции и образования внутренней структуры. У маломассивных звезд ( $M < 10-20 M_{\odot}$ ) аккреция вещества на зародышевое ядро происходит быстрее, чем процесс окончательного распределения плотности и температуры. Иными словами, маломассивная протозвезда успевает набрать практически всю массу еще до того, как ее недра разогреются до температур протекания термоядерных реакций. У массивных протозвезд соотношение времен аккреции и формирования внутренней структуры иное, и поэтому термоядерные реакции начинаются тогда, когда на исходное ядро еще активно падает газ.

Проблема в том, что выделение лучистой энергии при термоядерных реакциях должно останавливать аккрецию и масса звезды не может превзойти предел, равный примерно  $20 M_{\odot}$ . Между тем в нашей Галактике и других звездных системах наблюдаются звезды с массами до 150 солнечных! Именно невозможность объяснить образование подобных гигантов традиционными механизмами и привела к гипотезе о *бимодальности* звездообразования, т.е. о том, что звезды больших и малых масс рождаются по-разному. Однако последние данные, касающиеся областей образования массивных звезд, свидетельствуют, что такое предположение может оказаться излишним. В частности, наблюдения, выполненные Б.Дэвисом (Университет Лидса, Великобри-

тания) и его коллегами на телескопе «Gemini-Nord» (Гавайские о-ва, США), указывают, что окрестности массивной протозвезды по своей структуре очень похожи на окрестности маломассивного протозвездного объекта<sup>1</sup>.

Сейчас процесс образования маломассивных звезд изучен уже достаточно хорошо: многие из подобных объектов Галактики находятся на небольших расстояниях от Солнца, что облегчает задачу. В частности, известно, что при сжатии вращающегося протозвездного облака массой в несколько солнечных происходит его уплотнение и аккреция на протозвезду идет не сферически симметрично, а через окружающий ее газопылевой «бублик» (который в конечном итоге превращается в тонкий протопланетный диск). Одновременно в результате каких-то процессов, природа которых до конца не ясна, но, видимо, связана с магнитным полем, часть аккрецируемого вещества выбрасывается в обе стороны вдоль оси вращательной системы, образуя так называемые биполярные истечения. Эти структурные компоненты — звезда, диск, истечения — в изобилии наблюдаются в областях образования маломассивных звезд.

Подобная дисковая аккреция уже давно предложена в качестве решения загадки формирования массивных звезд: в этой модели избыточная энергия молодой звезды эффективно уходит в широком конусе вдоль оси ее вращения и потому не препятствует продолжающемуся падению вещества на звезду в относительно узкой зоне вблизи ее экватора. Однако до сих пор для подтверждения этой модели недоставало наблюдений близких окрестностей массивных протозвезд — они стали возможны благодаря развитию систем адаптивной оптики, в которых атмосферные искажения исправляются с помощью зеркал изменяемой формы, при этом появляется шанс в деталях исследовать структуру даже очень далеких протозвезд.

<sup>1</sup> *Davies B.* // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society/ 2010. V.402. №3. P.1504—1515.

Целью работы Дэвиса и его коллег стала массивная протозвезда W33A, удаленная от нас на 3.8 кпк. Наблюдения в ближнем ИК-диапазоне на длинах волн порядка нескольких микрометров позволили выяснить и общее распределение вещества вокруг протозвезды в масштабах нескольких астрономических единиц (среднее расстояние от Земли до Солнца), и особенности его движения, поскольку в исследованный диапазон попали спектральные линии атомарного и молекулярного водорода, а также молекул оксида углерода (CO). Анализ показал, что массивный молодой звездный объект окружен уплотненной вращающейся оболочкой. Источник эмиссионных линий водорода — быстрый (~300 км/с) биполярный джет, образующийся примерно в 1 а.е. от звезды и на больших расстояниях превращающийся в более спокойное истечение. Линии молекулы CO видны как в излучении, так и в поглощении, причем излучение рождается в диске недалеко от звезды (~2 тыс. а.е.), а линии поглощения образуются в более холодной внешней оболочке. Скорость вращения диска соответствует массе центрального объекта ~10  $M_{\odot}$ , причем он, как и следовало ожидать, ориентирован перпендикулярно джету. Оболочка более массивна: вещества в ней — около 15 солнечных масс. Итогом эволюции этой системы станет, вероятно, звезда с массой около 20—25  $M_{\odot}$ . В целом протозвезда W33A по структуре подобна менее массивным «звездным зародышам».

К подобному же выводу относительно IRAS20126+4104 пришли Э.Кето и К.Жанг из Гарвардского астрофизического центра (США)<sup>2</sup>. Правда, в их распоряжении не было столь подробных карт исследуемой протозвезды, как в работе Дэвиса, однако взамен этого они получили профили многих спектральных линий радиодиапазона, принадлежащих нескольким молекулам. Поскольку различные молекулярные линии рождаются при различных физических условиях,

<sup>2</sup> *Keto E, Zhang Qi.* // <http://arxiv.org/abs/1002.1864>

тщательный анализ спектра позволяет восстановить структуру объекта даже без подробного картирования. По спектрам молекул CS, NH<sub>3</sub> и CH<sub>3</sub>CN Кето и Жанг тоже обнаружили, что одной лишь оболочкой вокруг протозвезды недостаточно, чтобы объяснить все ее особенности. Необходимо допустить наличие быстровращающегося диска. При этом модель, наилучшим образом описывающая всю совокупность спектров, оказывается не более чем «масштабной копией» маломассивной протозвезды.

В целом создается впечатление, что по крайней мере звезды с массами в несколько десятков солнечных образуются так же, как и звезды, подобные Солнцу. При этом процесс их формирования сопровождается теми же явлениями, что и формирование маломассивных звезд, т.е. аккреционными дисками и биполярными истечениями. Не исключено, что именно структурные особенности дисков и истечений определяют различные характеристики вращения маломассивных и массивных звезд — скорости вращения последних весьма велики и достигают сотен километров в секунду на экваторе (сравните с 2 км/с на экваторе Солнца). Проблема медленного вращения маломассивных звезд известна как проблема углового момента: удельный угловой момент (т.е. угловой момент на единицу массы) протозвездных сгустков на пять-шесть порядков превышает удельный угловой момент молодых звезд (к возрасту Солнца звезда за счет магнитного звездного ветра сокращает угловой момент еще на один-два порядка). Механизм или механизмы потери и перераспределения углового момента в процессе формирования маломассивной звезды до сих пор неясны. Наблюдения *вращающихся* истечений у молодых маломассивных протозвезд говорят о том, что некая часть углового момента выводится из системы «звезда + диск» вместе с веществом, которое по каким-то причинам выбрасывается вдоль оси вращения системы. Возможно, быстрое вращение массивных звезд

связано именно с особенностями формирования дисков и истечений в их окрестностях.

Остается открытым вопрос о том, как формируются звезды с максимальными массами. Поскольку все светила-тяжеловесы появляются исключительно в богатых звездных скоплениях, на их рождение, вероятно, влияют не только близкие окрестности, но и какие-то «коллективные эффекты». Однако первые данные демонстрируют, что современные наблюдательные методики в ближайшем будущем позволят решить эти проблемы.

© Д.З.Вибе,

доктор физико-математических наук  
Москва

## Физика

### Ридберговские молекулы

В обычных атомах электроны локализованы около ядер на расстоянии ~0.1 нм. В так называемых ридберговских атомах по крайней мере один из электронов находится в сильно возбужденном состоянии с очень большим главным квантовым числом  $n$ . Эффективный радиус «орбиты» такого электрона может достигать нескольких десятков нанометров и более. В обычных двухатомных молекулах расстояние  $R$  между атомами и длина локализации валентных электронов имеют один и тот же порядок величины (~0.1 нм), при этом энергия взаимодействия атомов  $U$  имеет минимум глубиной ~1 эВ. Теория предсказывает, что если один из атомов — ридберговский, а другой находится в основном состоянии, то при больших  $R$  функция  $U(R)$  осциллирует и имеет много минимумов, каждый из которых отвечает одному из равновесных межатомных расстояний.

Экспериментальное подтверждение существования таких ридберговских молекул получено в работе немецких и американских ученых<sup>1</sup>. Они изготовили молекулы Rb(5s)–Rb( $ns$ ) с  $n = 34, 40$ . Энергия

<sup>1</sup> Bendkowsky V. et al. // Nature. 2009. V.458. P.1005.

связи атомов в этих молекулах ~10<sup>-8</sup> эВ (поэтому для их «синтеза» требуются сверхнизкие температуры порядка 1 мК), а расстояние между атомами около 100 нм. Данные спектроскопии ридберговских молекул хорошо согласуются с расчетами, выполненными в рамках достаточно простой модели псевдопотенциала, которую Э.Ферми предложил еще в 1934 г. (современные квантово-химические численные методы, основанные на разложении волновой функции по гауссовым орбиталам, не в состоянии описать чрезвычайно слабую связь между атомами в ридберговской молекуле). Хотя измеренное в эксперименте время жизни ридберговских молекул составило всего 18 пкс, не стоит пока отмахиваться от этого творения рук человеческих как от какой-то экзотики. Кто знает, к чему приведут дальнейшие попытки конструирования искусственных атомных и молекулярных систем? А вдруг удастся изготовить макроскопическое «ридберговское твердое тело»?

<http://perst.issp.ras.ru> (2009. Т.16. Вып.9).

## Геология. Палеонтология

### Тогда погибли не только динозавры

Около 65 млн лет назад, на границе мела и третичного периода (так называемой КТ-границе), Земля испытала потрясения, затронувшие литосферу, гидросферу, атмосферу и биосферу. Известно, что в то время погибли динозавры, господствовавшие сотни миллионов лет. Однако не только они: вымерло около половины живших тогда родов, 75% видов. Кроме морских динозавров исчезли такие характерные формы моллюсков, как белемниты, аммониты, почти на 33% сократилось число кораллов, губок и прочих прикрепленных организмов. В одних группах (семействах, отрядах) вымирание происходило постепенно, в других — мгновенно с геологической точки зрения. Перемены произошли и в растительном мире — во многих районах существенно изменились комплексы спор и пыльцы.

Выяснить, какие именно условия среды привели к массовому вымиранию, можно только при всестороннем изучении геологической летописи — разрезов осадков. К сожалению, в большинстве геологических разрезов пограничный слой соответствует перерыву, т.е. на КТ-границе либо вообще не происходило накопления осадков, либо они были смыты. В глубоководных отложениях граница обычно характеризуется резким сокращением скорости седиментации, а на шельфе и в верхней части материкового склона, помимо этого, преимущественно карбонатные отложения сменяются черными глинами. Во всех случаях насыщенность осадков карбонатами падает. В открытом океане это объясняется сокращением продуктивности микропланктона с известковыми панцирями, в прибрежных — увеличением смыва с суши и поступления осадочного материала в океан из-за понижения его уровня. Так что геологических разрезов, содержащих полную летопись, всего полтора-два десятка, а хорошо изученных — и того меньше. В разрезах, где есть пограничный слой, накопленный во время массового вымирания, он представлен черной глиной с высоким содержанием органического вещества, но без костных остатков. Толщина слоя — от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Распространение глобальное. Длительность накопления неизвестна.

Причины этого, как и других массовых вымираний, продолжают дискутироваться. Предполагают: резкое опреснение поверхностных вод Мирового океана вследствие прорыва воды из Арктики; климатические колебания; резкие изменения уровня океана, уменьшение его продуктивности, сокращение воспроизводства фитопланктона и, соответственно, насыщения воды кислородом; изменение магнитного поля Земли; кризисы CO<sub>2</sub> и подъем в океане глубины растворения карбонатов; вулканические извержения и отравление среды металлами и токсичными микроэлементами; взаи-

модействие Луны и Земли; столкновение Земли с крупным астероидом или кометой; появление сверхновой звезды вблизи Солнечной системы и другие космические явления. Каждая из этих гипотез имеет свои обоснования, однако ни одна из них не объясняет всего комплекса явлений.

Каковы свидетельства природных событий у КТ-границы? Выявлен сдвиг δ<sup>13</sup>C, обусловленный сокращением биопродуктивности. Значения δ<sup>18</sup>O в раковинках фораминифер показали кратковременные колебания температуры. Пик соотношения <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr объясняется понижением уровня моря и расширением площади материков. О падении на Землю крупного болида или кометы свидетельствует пик концентрации иридия, характерного для метеоритов. Он обнаружен во многих ядрах глубоководного бурения и в разрезах на материках. Аномалия содержалась в пределах тонких слоев, что подтверждает разовое выпадение на дно осадка с высокой концентрацией Ir. Найдены и другие признаки импакт-событий — шоковый кварц, микротектиты — стекловатые сферулы, цунами (отложения мощнейших цунами) и, самое главное, ударные кратеры характерной структуры. Первым из них был обнаружен кратер Чиксулуб (п-ов Юкатан, Мексика) диаметром от 180 до 280 км и возрастом 65 млн лет.

К причинам внезапного вымирания биоты в конце мелового периода, несомненно, относят мощные извержения базальтов. Около КТ-границы извергались базальты Деканских траппов на Индийской плите, на о.Реюньон и на Восточно-Индийском хребте, а также в Гренландии. Вулканизм Декана должен был вызвать разрушение морской пищевой цепи в глобальном масштабе. В атмосферу выделилось несколько триллионов тонн SO<sub>2</sub>, HCl, CO<sub>2</sub> и пепла, которые не могли не повлиять на глобальную пертурбацию в атмосфере — вызвать похолодание, кислотные дожди, сокращение щелочности и pH приповерхностной воды океана, уменьшение озонового слоя.

Наиболее активно развивается гипотеза импакт-событий: удар крупного астероида губительно воздействовал на морские и наземные организмы из-за последовавших за этим снижения освещенности, учащения кислотных дождей, повышения температуры и распространения пожаров. Облака пыли понижали уровень фотосинтеза, что нарушало всю пищевую цепь. При падении астероида в океан выброс водяного пара должен был вызвать парниковый эффект. Удар астероида по карбонатным породам с большой концентрацией CaCO<sub>3</sub> и CaSO<sub>4</sub> (как в случае кратера Чиксулуб) увеличил в атмосфере содержание CO<sub>2</sub> и сернокислых аэрозолей, что вело к выпадению кислотных осадков и повышению температуры на несколько градусов. У побережий Мексиканского залива найдены мощные отложения цунами.

Еще одним импакт-событием мог быть удар болида поперечником около 40 км; им образован кратер Шива в Индийском океане, западнее Бомбея. Возможно, это лишь часть гигантского кратера размером 600×400 км и глубиной 12 км, однако для этого требуются дополнительные обоснования. Найдено еще несколько ударных кратеров у КТ-границы: в центральной части Украинского кристаллического щита — кратер Болтыш диаметром 24 км; в Северном море у берегов Англии — кратер Силверпит диаметром 20 км и возможным возрастом 60–65 млн лет. Известен еще ряд кратеров, которые возникли либо в это же время, либо на несколько миллионов лет раньше.

Сильные вулканические извержения и импакт-события оказывают относительно сходное воздействие на организмы. Однако вулканические извержения происходят длительное время, и их вредное влияние проявляется в течение сотен тысяч — миллионов лет. Так же постепенно могло проявляться вредное влияние и других перечисленных факторов. Лишь импакт-события происходят катастрофически быстро. Случайное же сочетание в относительно узком

интервале времени — на рубеже мезозоя и кайнозоя — губительных для организмов факторов, не связанных причинно-следственными отношениями, представляется маловероятным. Оно может быть объяснено лишь общей первопричиной, находящейся вне пределов Солнечной системы, например особенностями движения Земли в составе Солнечной системы через Млечный путь.

© М.С.Бараш,

доктор геолого-минералогических наук  
Москва

## Геология

### Возраст кратера Чиксулуб: новые данные

Связь смены биоты на рубеже мела и палеогена (65.5 млн лет назад) с импактным событием, оставившим гигантский кратер Чиксулуб в районе п-ова Юкатан в Мексиканском заливе, горячо обсуждается в научной и популярной литературе уже свыше 30 лет. Недавно более 40 специалистов, представляющих десятки научных коллективов из разных стран мира, попытались подвести итоги и поставить наконец точку в этом затянувшемся споре.

Стратиграфия Чиксулуба, имеющего диаметр около 200 км, чрезвычайно сложна из-за множества геодинамических процессов разной природы. Удар астероида пришелся на береговую зону, так что образовавшийся кратер включает как материковые, так и морские осадочные породы различного химического состава и происхождения. К тому же этот катаклизм вызвал массивное цунами, в результате чего первичный кратер заполнился морскими наносами, перемешанными с импактной брекчией. Поверх них залегают мелкодисперсный слой глинистого материала, встречающегося как в районе самого кратера, так и далеко за его пределами. Это связано с тем, что образовавшееся при импактном событии облако пыли достигло стратосферы и содержащиеся в нем частицы стали посте-

пенно оседать по всей поверхности земного шара.

Точная датировка слоев стратиграфической последовательности в зоне кратера вызвала серьезные трудности, что породило множество гипотез относительно времени самого импактного события и его корреляции с повсеместно прослеживаемой границей мела и палеогена. На всех континентах эта граница маркирована тонким прослоем красноватой глины, обогащенной элементами платиновой группы — иридием и осмием. Этот прослой также содержит импактиты (ударно-метаморфизованный кварц, тектиты и проч.). В самом кратере под слоем глины находится намного более мощная, до 100 м, свита крупнообломочного материала, под которой залегает ненарушенная материковая порода — верхнемеловой известняк.

Если предположить, что эта толща крупнообломочного материала заполняла кратер постепенно, в течение геологически длительного времени, то получится, что кратер Чиксулуб возник за сотни тысяч лет до образования границы мела и палеогена, а сама эта граница — результат какого-то другого импактного события. Однако подробное сопоставление множества стратиграфических разрезов, пересекающих эту границу, а также химический, минералогический, гранулометрический и другие виды анализов позволили окончательно отнести всю толщу слоев в кратере — от подстилающего мелового известняка до красной глины с импактитами — к одному и тому же моменту времени: самому импактному событию. Под действием удара огромный массив материковых пород в окрестности кратера был раздроблен и перешел в оживенное состояние, так что гравитационные оползни заполнили первичный кратер за очень короткое время. Подобные оползни на шельфе вызвали цунами, в результате чего ударная брекчия оказалась перекрыта слоем турбидитов, и лишь затем оседание пыли привело к образованию слоя глины с импактитами.

Science. 2010. V.327. P.1214–1218 (США).

## Палеогенетика

### Митохондриальный геном гоминина из Южной Сибири

В последние годы достигнуты большие успехи в области расшифровки генома неандертальского человека. В исследованиях, проводившихся в Институте им.Макса Планка (ФРГ), определены особенности и митохондриальной, и ядерной ДНК представителей разных территориальных групп палеоантропов. Удалось выявить различия геномов неандертальца и современного человека, свидетельствующие о расхождении этих эволюционных линий не позднее полумиллиона лет назад.

Вместе с тем генетические взаимосвязи других представителей гоминин оставались невыясненными, и мало кто предполагал, что ученым удастся выделить и секвенировать древнюю ДНК из останков других представителей рода *Homo*. Дело в том, что человек умелый (*H.babilis*) и питекантроп (*H.erectus*) селились преимущественно в тропиках, а в жарком климате палеодНК сохраняется плохо. (Именно поэтому ученые до сих пор не могут определить таксономический статус загадочного «хоббита» — ископаемой находки с острова Флорес в Индонезии.)

Препятствием на пути палеогенетических исследований генома ранних людей, помимо климата, служила их огромная древность. Ведь большинство питекантропов исчезло с лица Земли около 400 тыс. лет назад, уступив арену эволюции другим гомининам — *H.neanderthalensis* (в Европе) и *H.sapiens* (в Африке). Впрочем, современными методами датирования установлено, что на о.Ява питекантропы «задержались» намного дольше: они жили там еще 50 тыс. лет назад, будучи современниками и поздних неандертальцев ледникового периода в Европе, и анатомически современного человека в Африке.

В начале 2010 г. журнал «Nature» опубликовал результаты уникального исследования, выпол-

ненного российскими археологами во главе с академиком А.П.Деревянко и германскими генетиками во главе с С.Паабо: была произведена полная расшифровка митохондриального генома ископаемого человека из Денисовой пещеры на Алтае<sup>1</sup>.

Эта пещера находится в центре внимания новосибирских специалистов уже долгие годы. Эпизодическое присутствие человека на данной стоянке зафиксировано начиная с периода как минимум 125 тыс. лет назад. Фаланга пятого луча человеческой руки была обнаружена в 11-м стратиграфическом слое, т.е. это существо обитало в Южной Сибири в широком диапазоне времени — 48–30 тыс. лет назад, одновременно с неандертальцами и кроманьонцами.

Молекулярно-генетическое исследование образца, полученного из фаланги, показало неожиданные результаты. Был определен неизвестный науке тип мтДНК гоминина, чей общий предок с современными людьми и с неандертальцами жил около миллиона лет назад. Таким образом, можно с уверенностью говорить, что обнаружены последствия гораздо более ранней миграции питекантропов из Африки, которые успешно расселились в Азии и, как теперь окончательно ясно, на юге Сибири.

Несмотря на сенсационность, новые данные очень хорошо укладываются в границы общепринятых научных представлений о распространении форм ископаемых гоминин. Уже давно стало известно, что *Homo erectus* — «путешествовавший вид», причем первые последствия его активных миграций на Кавказ улавливаются около 1.8 млн лет назад. Но теперь, благодаря находке в Сибири, можно оценить степень генетической дивергенции поздних азиатских питекантропов, с одной стороны, и неандертальцев с кроманьонцами — с другой. И если неандертальцы и кроманьонцы, которых многие исследователи относят к разным биологическим видам, отли-

чались друг от друга по 202 нуклеотидным позициям, то человек из Денисовой пещеры расходится с нами по 385 позициям.

© М.Б.Медникова,  
доктор исторических наук  
Москва

## География

### Редкое явление природы на Европейском Севере России

Ранним утром 26 марта 2008 г. жители многих населенных пунктов Архангельской обл., Ненецкого автономного округа и Республики Коми, выйдя из дома, увидели, что снег повсеместно покрыт ледяной коркой, окрашенной в цвета от песочного до желто-оранжевого. Этот факт вызвал не только удивление, но даже панику — не произошла ли где-нибудь поблизости техногенная катастрофа или крупная авария, поскольку никто из старожилов не мог припомнить ничего подобного.

Не нашлось аналогов произошедшему и в архивах Росгидромета, ведущего мониторинг природной среды. Не оказалось никаких сведений о подобных природных явлениях на Русском Севере и в литературных источниках. Даже в фундаментальной монографии<sup>2</sup> нет описания ни одного события, похожего на случившееся.

Что же произошло на самом деле? Тщательный анализ пыли, выполненный учеными и специалистами ряда институтов Академии наук и Росгидромета, позволил установить природное происхождение выпавших осадков.

Причиной всему стала циклоническая деятельность на юге Европы и восточнее Каспийского моря<sup>3</sup>. Из засушливых районов северо-западного Казахстана, Калмыкии, Астраханской и Волго-

<sup>2</sup> Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Летопись необычайных явлений природы за 2.5 тысячелетия. СПб., 2003.

<sup>3</sup> Шевченко В.П., Коробов В.Б., Лисицын А.П. и др. Первые данные о составе пыли, окрасившей снег на Европейском Севере России в желтый цвет (март 2008 г.) // Докл. Академии наук. 2010. Т.431. №5. С.675–679.

градской областей воздушными массами на высоту около полукилометра было поднято большое количество пыли и пыльцы растений. По пути следования в северном направлении эта воздушная масса захватила и впитала в себя пыльцу растений из лесостепной зоны и средней полосы России — березы, лещины и ольхи, цветущих именно в этот период.

Другой циклон, сформировавшийся над Европой, перемещался по более высокой траектории. Проходя над Средиземноморьем, он захватил пыльцу южных растений. В ночь на 26 марта север европейской части России находился под влиянием восточной периферии этого циклона с прохождением системы теплых фронтов. Эти фронты вызвали интенсивные осадки в виде снега и мокрого снега, временами переходящие в ливни. Сойдясь над одной территорией, обе эти воздушные массы были, что называется, промыты осадками, и содержащиеся в них частицы пыли и пыльцы растений выпали на земную поверхность.

Цвет осадков определялся главным образом минеральным составом почв и грунтов, поднятых в атмосферу, и концентрацией пыльцы в воздухе. В районах Прикаспия и Волгоградской обл. широко распространены каштановые и бурые почвы с низким содержанием гумуса и высоким содержанием гидрослюд и минералов железа, окрашивающих почву в бурый цвет. Этот регион и стал основным поставщиком желто-оранжевой пыли. Растительные частички внесли свой вклад в цветовую гамму, вызвавшую столь неоднозначную реакцию у населения.

Итак, описанное явление стало возможным вследствие сочетания сразу нескольких природных факторов. Никакой опасности для природы и здоровья людей такие выпадения не представляют.

© В.П.Шевченко,  
кандидат геолого-  
минералогических наук  
Москва

© В.Б.Коробов,  
доктор географических наук  
Архангельск

<sup>1</sup> Derevianko AP, Krause J. et al. // Nature. 2010. Advance online publication (doi: 10.1038/nature08976).

# Путешествие в прошлое или пролог к будущему?

Член-корреспондент РАН В.В.Малахов

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

Эта книга, несмотря на название, не о Беломорской биологической станции МГУ им.М.В.Ломоносова (ББС), а о выдающемся человеке, создавшем «страну ББС», ее директоре — Николае Андреевиче Перцове, ушедшем из жизни в 1987 г. Сколько же всего произошло с тех пор! Неузнаваемо изменилось государство, в котором мы живем. Ушла в историю огромная империя, довлевшая над значительной частью мира. Исчезла идеология, которая внушала самые большие надежды и принесла самые большие разочарования.

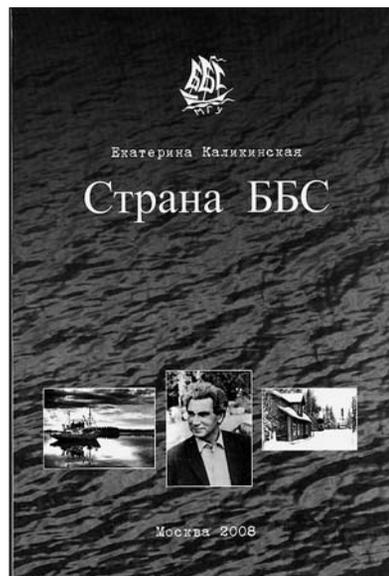
И вот я держу в руках толстую книгу, в которой несколько десятков людей пишут о Николае Андреевиче. Что заставило их, уже немолодых и много переживших именно в последние два десятилетия, говорить о Перцове? Не странно ли вспоминать с таким эмоциональным накалом о человеке, ушедшем из жизни без малого четверть века назад? И что заставляет меня писать эти строки, переосмысливать свое отношение к этому человеку и заново переживать события давно минувших лет?

Большую часть жизни Николай Андреевич проработал в должности младшего научного сотрудника, не будучи даже кандидатом наук и получая скромную зарплату 120 рублей в месяц. (Для тех, кто не жил в СССР, сообщу, что кандидат наук со стажем получал 200 рублей, а если повезло стать старшим научным сотрудником, то и 300.) Тем не менее Перцов и при жизни

был, и после остался несомненно известнее многих украшенных чинами и зарплатами академиков, имена которых сейчас вспоминают только по случаю круглой даты, а то и вовсе забыты. Этот человек создал волшебную страну — «страну ББС», и несколько тысяч побывавших там счастливых сохранили память о ней на всю жизнь.

И об истории ББС, и о Перцове написано уже немало. Своеобразие новой книги в том, что ее настоящий автор — не Екатерина Игоревна Каликинская, чье имя значится на титульном листе, а «сводный хор» из людей, которые на том или ином этапе жизни соприкасались с Николаем Андреевичем. Однако не стоит преуменьшать роль Каликинской как автора идеи и организатора огромного авторского коллектива. Поскольку она начала работать над книгой, когда многих сверстников Перцова уже не было в живых, ей удалось собрать высказывания в основном тех людей, которые встречались с ним, будучи молодыми. Одни из них поддерживали Перцова, другие — относились к нему критически. Сейчас они уже немолоды, работают в разных местах и находятся в разных чинах, да и живут порой в разных странах.

Иногда бросается в глаза отсутствие редакторской правки, и я подозреваю, что Екатерина Игоревна сделала это преднамеренно. Опубликовав воспоминания людей в виде прямой речи, она сохранила свойственные им словечки или неправильности и добилась тем самым эффекта



**Е.И.Каликинская. СТРАНА ББС.**

М.: Авторская академия; Товарищество научных изданий КМК, 2008. 536 с.

живого языка с яркими интонациями. В высказываниях звучат характерные для людей 60–80-х годов XX в. надежды и заблуждения, они восхищаются тем и гnevаются на то, что в наши дни уже не вызывает таких эмоций. Со страниц книги звучит, как бы банально это ни звучало, «голос поколения», и именно это, пожалуй, делает книгу интересной. Задумайтесь, ведь нередко сложить мнение о человеке можно по тому, что он говорит о других. И в этом смысле спустя годы книга будет важным подспорьем для тех, кто захочет составить психологический портрет человека второй половины XX в.

Книга охватывает период с начала 1950-х годов до кончины Перцова. О ранних 50-х у Каликинской, по понятным причинам, было не много собеседников. Это, в первую очередь, вдова Николая Андреевича — Н.М.Перцова, его благородный друг, донкихот российской науки С.Э.Шноль, а также студенты, приезжавшие на первые практики и в первые строительные бригады, — Н.А.Ляпунова, А.Я.Супин, А.М.Масс, М.Ф.Шемякин. Есть в книге и воспоминания П.В.Матекина, который побывал на посту директора ББС до и после Перцова. Зато о 60–80-х годах говорят десятки собеседников, в их словах — портреты еще нескольких сотен людей, которые так или иначе были связаны с биостанцией.

ББС — структура биологического факультета МГУ, главная особенность которого, пожалуй, в том, что это единственное в нашей стране учебное учреждение, где работают не только преподаватели, но и научные сотрудники. В МГУ, как во многих европейских и американских университетах, образование ведется в неразрывной связи с научными исследованиями, поэтому студенты там «варятся» в среде живой науки. Однако все научные сотрудники существуют на кафедрах МГУ незаконно — по уставу высшей школы

их там не должно быть. Каких трудов стоит нашему руководству сохранить научные должности! А ведь ликвидируй их, и наука в МГУ если и не исчезнет совсем, то может сильно деградировать.

Я пишу об этом, чтобы пояснить, как много в МГУ существует не «благодаря», а «вопреки». И ББС существует тоже не «благодаря», а «вопреки» и в какой-то степени не совсем законно. Со времени ее основания прошло уже 70 лет, и все эти годы никакой официальной должности директора нет. И Перцов был директором «на общественных началах», а по штатному расписанию — младшим научным сотрудником кафедры зоологии беспозвоночных, и нынешний руководитель биостанции А.Б.Цетлин официально — профессор кафедры зоологии беспозвоночных. Непонятно, почему все вокруг как будто меняется, а вот это — нет.

Если бы Николай Андреевич придерживался рамок своих прямых должностных обязанностей, то берег Ругозерской губы Белого моря до сих пор выглядел бы приблизительно так, как в 1951 г., — несколько дощатых сарайчиков и шаткие мостки, к которым привязаны две-три лодки. Только гениальный человек мог в тех условиях создать единственную в нашей стране научно-учебную биологическую станцию, где наука существует не сама по себе (увы, в нашей стране много науки, которая существует для самой себя), а как необходимый компонент образования. Николаю Андреевичу удалось реализовать главную идею университета — связь науки и образования, и этим ББС выгодно отличается от нескольких (весьма, впрочем, немногочисленных) морских биостанций, принадлежащих академическим институтам.

Как Николай Андреевич добывал для этого средства, как строил корпуса, какими невероятными путями попадали на биостанцию суда, как тянули че-

рез тайгу линию электропередачи (ЛЭП) и т.д. — обо всем этом много говорят со страниц книги участники событий. Сотрудники МГУ, бывшие студенты и стройотрядовцы говорят с восхищением (об энтузиазме, технических и организаторских способностях Перцова), говорят с горечью (как много сил и здоровья у него ушло на это), говорят с гордостью (ведь их труд тоже вложен в корпуса биостанции). Читайте в книге их прямую речь, и вы не сможете не почувствовать всего этого, вы поймете даже то, что не произносите, но чувствуете; прямая речь обладает такой особенностью! Смотрите на их лица на многочисленных, пусть и не самого лучшего качества любительских фотографиях, заполнивших страницы книги! Они многое вам расскажут.

В этой книге, как и в других публикациях о ББС, много написано о беломорском стройотряде, созданном Перцовым еще в 50-х годах. И хотя это повторилось много раз, еще раз скажу: никакого отношения к появившимся позднее под эгидой ВЛКСМ стройотрядам он не имел. Это было по-настоящему добровольное объединение романтически настроенных молодых людей, которые абсолютно бескорыстно (члены беломорского стройотряда не получали зарплаты) трудились на биостанции. Руками стройотряда было построено немало зданий, проложена ЛЭП, стройотрядовцы добывали в море плавник, распиливали его на доски на пилораме, работали на бетономешалке... Удивительный дух беломорского стройотряда трудно передать словами, как невозможно, наверно, описать состояние любви; в любом случае мне, тоже участнику беломорского стройотряда, это не под силу.

Стройотрядовцы относились к биостанции так же, как Перцов; они понимали его, а он понимал их. Возможно, так чувствовали себя легендарные коммунары первых лет советской вла-

сти (правда, они, наверное, были такими лишь в фантазиях советских писателей и кинематографистов). «У нас здесь маленький коммунизм», — говорил Николай Андреевич. Мне кажется, что он сам на всю жизнь так и остался тем самым бескорыстным коммунарком. Сейчас бывшие члены беломорского стройотряда разъехались по всему свету. Немало их, хороших ученых и высококвалифицированных специалистов, оказалось за рубежом. Все они считают время, проведенное в беломорском стройотряде, лучшим периодом своей жизни, и дело тут не в воспоминаниях молодости. Там, в беломорском стройотряде, проявлялись лучшие человеческие качества.

На ББС Перцов обладал непререкаемым авторитетом и властью. Очевидно, что власть может выявить в человеке и хорошее, и плохое. Каких только начальников в науке на больших и малых постах я не видел! Перцов тоже не всем нравился. В 70-х годах на биостанции разгорелся тяжелый конфликт между ним и теми его подчиненными, которые считали, что хватит строить, надо заниматься наукой. На самом деле, эти претензии проистекали не от понастоящему талантливых научных работников (это было бы еще как-то понятно), а от людей с очень скромными способностями. Ничего стоящего они в науке так и не сделали, и не потому что им Николай Андреевич не давал, — им, как говорится, Бог не дал. Об этом конфликте немало говорится в книге, читайте сами, а мне на этом останавливаться не хочется.

С биостанциями вообще так бывает. В какой-то момент сотрудники забывают, что она создана как инструмент коллективного пользования для университета или института. Они начинают рассматривать ее как самостоятельное учреждение с собственными целями и задачами, требовать, чтобы студенты не мешали работать, чтобы

приезжие специалисты не занимали лаборатории, но при этом чтобы университет (или институт) давал деньги и платил зарплату. Все это бывало на ББС, бывало и на других биостанциях, боюсь, что может случиться и в будущем. Николай Андреевич, как мне кажется, никогда не забывал, для чего создавалась Беломорская станция.

И все же дело было не только в этом. Менялось время, менялись взгляды. Новые поколения формировались совсем в другой обстановке по сравнению с той, в которой выросли сверстники Перцова. Обстановка 70-х, а тем более 80-х годов не располагала к бескорыстному подвигу. Липкая атмосфера застоя, ханжества, лицемерия, узаконенной двойной морали не могли не действовать на людей. Оторванная от «большой земли» ББС продолжала оставаться островком морали 50-х годов, морали победителей, освободителей человечества, морали детей XX съезда с их светлыми, хотя и несостоявшимися надеждами, с нейтраченными идеалами бескорыстной борьбы за общественное благо. И в 70—80-х годах на ней все еще пели песни 40-х о бравых краснофлотцах и трех танкистах.

Увы, на «большой земле» все давно уже было не так. Николай Андреевич сталкивался с непониманием новых поколений студентов и сотрудников. Он чувствовал, что они не разделяют его взгляды, что его призывы на них не действуют, что те методы, которые так хорошо работали в 50—60-х годах, не годятся в 80-х. Об этом тоже есть в книге. Каликинская не побоялась включить в книгу высказывания тех, кому атмосфера ББС казалась угнетающей, кто сравнивал обстановку на биостанции с Советским Союзом в миниатюре: «Сначала бурный общественный энтузиазм... Но потом все загнивает, начинается поиск врагов внешних и внутренних» (с.239). Я слишком уважаю тех людей, кто так говорил

о биостанции, чтобы обвинять их в неправде. Тот «маленький коммунизм», о котором говорил Перцов, был все же утопией, а утопии недолговечны.

В 70—80-х годах Николай Андреевич уже не мог контролировать все на разросшейся станции, а его помощники (присылаемые из Москвы «начальники практики», «комиссары» и т.п.) не обладали ни необходимой мудростью, ни необходимым авторитетом. Бесплатные рабочие руки развращали тех, кто давал задания студентам на общественных работах. В какой-то степени это действительно повторяло коллизию советской системы, широко пользовавшейся бесплатным трудом добровольных энтузиастов (сначала) и принудительным трудом заключенных (потом). Бесплатный труд развращает работодателя, как незаработанные деньги развращают потребителя. За хорошую оплату можно поручить человеку любую, иногда на первый взгляд самую бесполезную работу. Но бесплатно человек может делать только то, что он считает действительно очень важным и жизненно необходимым, полезность чего для него очевидна. Этих простых вещей посланные деканатом и парткомом «начальники практики» и «комиссары» не понимали, как не понимали этого и руководители большой советской утопии. Вот почему некоторые авторы этой книги считают, что «к началу 70-х годов общественные работы выродились».

Николай Андреевич не увидел ужасающих картин разрушения ББС в 90-х годах, причиной которого стало не только отсутствие финансирования — при Перцове его тоже не было. Его преемники не обладали той идеей, которая, как путеводная звезда, светила ему всю жизнь и которой он вдохновлял других. Старые идеи и методы уже не годились для нового времени, а для новых идей и методов не годились люди из прошлого. И все же биостанция выстояла,

выстояла благодаря той огромной любви, которую к ней испытывали тысячи людей. Выстояла благодаря тому запасу прочности, который в нее заложил Николай Андреевич. Когда в середине 90-х годов ББС отключили от электроснабжения и перестали работать электрические плиты столовой, на складах нашлись запасенные Перцовым армейские полевые кухни, они то и кормили студентов в последующие годы.

Запасом прочности биостанции были и многие сотни людей (их далеко не полные списки есть в конце книги Каликинской), которые прошли через беломорский стройотряд. Говорят, что у Николая Андреевича не было учеников. Это неправда: его ученики — сотни стройотрядовцев, студентов и аспирантов, которые помнят о нем всю жизнь. Один из этих учеников, активный участник беломорского стройотряда, а ныне профессор

биологического факультета МГУ А.Б.Цетлин стал директором биостанции, после чего, как написано в русском издании Википедии, «обстановка на станции стала стремительно улучшаться». Не будем хвалить нового директора, у нас не принято хвалить при жизни, а просто пожелаем ему успеха. И поблагодарим Екатерину Игоревну Каликинскую, подарившую нам счастливую возможность снова побывать в волшебной «стране ББС». ■

### Биология

**А.И.Шаталкин.** «ФИЛОСОФИЯ ЗООЛОГИИ» ЖАНА БАТИСТА ЛАМАРКА: ВЗГЛЯД ИЗ XXI ВЕКА. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 606 с., библи. 1128 назв., 40 илл.

Двести лет назад Жан Батист де Ламарк издал книгу «Философия зоологии». Выдающееся творение французского гения пережило и начальное неприятие, и последующее искажение ключевых идей, и временный триумф, и, наконец, забвение. Так сложились обстоятельства, что Ламарк и его последователи, когда-то задававшие тон в биологии, по существу были отодвинуты на обочину интеллектуального прогресса. Судьба не всегда была благосклонной и к самому Ламарку. И сейчас, если и отдадут должное личности Ламарка, то делают это скорее по формальным соображениям. Какое еще может быть отношение к человеку, проигравшему в глазах научного сообщества «интеллектуальную борьбу» Ч.Дарвину.

В издании, осуществленном при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, изложено новое понимание эволюционной доктрины Ламарка. До середины XIX в. в языке науки не было понятия наследственности, но было заменяющее его понятие природы. Родовые и видовые признаки с времен схоластики рассматривались в качестве существенных и, следовательно, истинных признаков, описывающих природу организма. Природу в этом смысле противопоставляют изменчивым внутривидовым признакам, которые могут быть классифицированы по способности или неспособности передаваться от родителей детям. Понятие наследственности в качестве описания наследуемой изменчивости было использовано Дарвином в его теории естественного отбора. Ламарковская и дарвиновская модели эволюции, следовательно, имеют разные предметные области. К концу XIX столетия понятие природы (организма) исчезло

из языка науки. Как результат, «ключ» для удовлетворительного понимания произведений Ламарка был утерян. Ламарковский подход соответствует положениям физиологической концепции наследственности, имевшей хождение на рубеже XIX—XX вв. и ныне получившей развитие.

### Океанология

**А.Г.Матуль.** ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЯ ОХОТСКОГО МОРЯ И ДРУГИХ СУБАРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ. М.: ГЕОС, 2009. 182 с.

Монография затрагивает фундаментальную проблему глобальных природных изменений. Речь идет о выяснении причин их ритмичности и направленности. Высокоширотные районы суши и океана испытывали наибольшие климатические колебания в четвертичное время, в частности за последний миллион лет, когда четко оформились амплитудные ледниковые циклы. Субарктический район — полигон изу-

чения палеоклимата плейстоцена, так как здесь происходили самые заметные события: рост и исчезновение гигантских материковых ледников, масштабное широтное смещение природных зон и океанических фронтов.

Охотское море, на примере изучения которого построены основные выводы работы, испытало в плейстоцене сильное влияние со стороны климата соседней северо-восточной Азии и северо-западной Пацифики, в частности в зоне пограничных субарктических течений. В свою очередь, само море было местом охлаждения, опреснения и вентиляции воды для всей субарктической Пацифики. Как показывает опыт седиментологии и микропалеонтологии, состав четвертичных отложений Охотского моря хорошо отразил региональные и глобальные изменения, осложненные местной обстановкой. Удалось установить связь датированных по радиоляриям уровней в четвертичных осадках Охотского моря с ледниково-межледниковыми событиями плейстоцена. Впервые по микрофоссилиям была достоверно установлена корреляция крупных изменений палеоэкологии Охотского моря и основных глобальных этапов среднеплейстоценовой климатической революции. Реконструкция палеоокеанологии этого окраинного бассейна позволяет усовершенствовать наши знания о четвертичных изменениях на границе суша—океан.

### Генетика

**И.Г.Лоскутов.** ИСТОРИЯ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ В РОССИИ. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2009. 274 с.

Книга написана благодаря работе И.Г.Лоскутова по проекту Международного института

генетических ресурсов растений как русский вариант издания «Vavilov and his institute. A history of the world collection of plant genetic resources in Russia». Значительную часть в ней занимает биография Н.И.Вавилова, в которой особое место отведено сбору и изучению мировой коллекции культурных растений. Именно ее изучение ровно 90 лет назад привело Вавилова к открытию закона гомологических рядов в наследственной изменчивости. Помимо описания экспедиций, организованных и проведенных самим Вавиловым, автор знакомит нас с впечатлениями иностранных гостей от поездок по СССР. Описание деятельности Вавилова сопровождается почерпнутыми из литературных и архивных источников яркими иллюстрациями, которые характеризуют его как человека. Читатели могут прочитать полное письмо Г.Мёллера М.Поповскому, которое отличается от прежних публикаций.

Книга не ограничивается характеристикой Вавилова и его деятельности. Здесь и рассказ об А.Ф.Баталине (1847—1896), участвовавшем в сборе первой коллекции культурных растений в России и в организации Бюро по прикладной ботанике, а также о роли Р.Э.Регеля (1868—1920) в организации Бюро, в сборе и изучении коллекций.

Около половины книги занимают сведения о деятельности института уже после Вавилова. Автор опирается на многочисленные публикации института за все годы его существования, а также на все значительные издания, касающиеся деятельности Вавилова и ВИР. В приложениях помимо разнутого именного указателя приводятся списки видов, собранных лично Вавиловым, а также списки экспедиций, проведенных ВИР за все годы его

существования, и список международных классификаторов 42 родов культурных растений, разработанных и опубликованных ВИР совместно с представителями стран-членов СЭВ.

### История науки

**В.И.Глазко, В.Ф.Чешко.**

Август-48. УРОКИ ПРОШЛОГО (НАУЧНОЕ КИЛЛЕРСТВО И ИСТОРИЯ СОВЕТСКОЙ ГЕНЕТИКИ, К ФЕНОМЕНУ РАСПАДА СССР). М.: Изд-во РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева, 2009. 441 с.

Авторы этой монографии анализируют социально-историческую и социально-философскую сторону политизации науки. По их мнению, именно этот процесс породил в начале XX в. доктрину «классовой» науки и сделал возможным взлет Трофима Лысенко. Этому феномену в книге посвящена самая большая глава. Авторы рассматривают развитие этой лженауки очень подробно, анализируя ее истоки, развитие и падение, используя малоизвестные и совсем неизвестные архивные материалы из Саратова, Киева и Харькова. В завершающей монографию главе о «пролетарской» науке дан обзор основных тенденций развития аграрной экономики и сельского хозяйства; рассматривается также влияние технологической революции в селекции на примере гибридной кукурузы. Яркое название книги созвучно с выводом авторов: «Лысенковщина — не творение отдельных лжеученых, а социальное явление, глубоко укоренившееся в общественном сознании, продолжающее и сегодня давать свои горькие плоды». Монография, в которой приведен огромный библиографический список, рассчитана на специалистов в области истории и философии науки, генетики и селекции.

# В тени аллеи живут воспоминанья

В.Г.Шатко,  
кандидат биологических наук  
Главный ботанический сад им.Н.В.Цицина РАН  
Москва

Очарование прежнего Крыма  
Пушкинских милых времен.  
М.И.Цветаева

Русская усадьба. Сколько их было по всей необъятной России? Сегодня мало что уцелело: большая часть была разграблена и сожжена в годы революции, затем большой урон нанесла война, и, наконец, довершили дело уже наши годы, когда небрежение к истории со стороны государства привело к утрате пережившего и революцию, и разруху, и даже войну...

Сейчас лишь с горечью можно констатировать, что усадьба как явление, как уклад жизни многих поколений людей исчезла с культурного поля России. Тем важнее сохранить то немногое, что еще осталось. Ибо каждая усадьба — слепок прошедших эпох, иногда — групповой портрет целых поколений, из которых и складывается история нашего Отечества. Об одной такой усадьбе, правда, сегодня расположенной на территории Украины, и пойдет здесь речь.

Крым. Феодосия — город, что раскинулся на берегу Черного моря, город поэтов и художников: И.К.Айвазовского и А.С.Грина, К.Ф.Богаевского и М.А.Волошина, город, который старше Парижа и Рима. Город, хранящий долгую, длиною в 25 веков, историю, славен памятниками разных времен и народов, его населявших. И по сей день Феодосию украшают старинные, вековые, здания и живописные руины Генуэзской крепости, мечети со стройными минаретами, каменные фонтаны, греческие,



Грот, сооруженный в 1813 г. в саду градоначальника Феодосии С.М.Броневского.

Здесь и далее фото автора

армянские и православные храмы. «Такой родословной не может гордиться ни один европейский город. Это почти пределы исторической древности, переступаемые только Китаем и Египтом», — писал о Феодосии Максимилиан Волошин.

Среди многочисленных памятников и достопримечательностей Феодосии один, на мой взгляд, незаслуженно обойден вниманием в последние годы. Даже в недавно изданном путеводителе\* не нашлось места для его фотографии, да и упоминается о нем лишь в нескольких

\* Петрова Э.Б., Катюшин Е.А., Евсеев А.А. Феодосия: Очерк-путеводитель. Симферополь, 2006.

строках. Между тем таких памятников садово-парковой архитектуры начала XIX в. в Крыму, кроме Феодосии, пожалуй, и нет. Это так называемый Пушкинский грот, который сегодня находится на территории санатория Министерства обороны Украины, что по соседству со знаменитой дачей Стамболи.

История грота такова. В начале XIX в. здесь, тогда в пригороде Феодосии, в двух верстах от города, на пустынном морском берегу построил свой загородный дом Семен Михайлович Броневский — первый штатский градоначальник Феодосии (1808—1816). Небольшой дом, в четыре-пять комнат, окружал



Дом генерала П.С.Котляревского, построенный на фундаменте дачи С.М.Броневского.

большой, хорошо ухоженный сад. Его хозяин был человеком неординарным, широко образованным, со сложной судьбой, начавшим свою карьеру еще при Екатерине II. Действительный статский советник, ученый, писатель, организатор Феодосийского музея древностей (1811), автор герба Феодосии, Броневский жил на своей даче после вынужденной отставки.

Это загородное имение, получившее название «Добрый приют», можно представить по немногочисленным свидетельствам современников. Так, поэт и педагог Г.В.Герарков, путешествовавший по Тавриде в 1820 г., пишет: «...ездили к Броневскому, бывшему градоначальнику здесь. Он живет как пустынный, и, руками своими возделывая сад свой, кормится; отличный человек! Я его давно знаю: преисполненный познаний и великий знаток на многих языках писать; ныне нашел его огорченным, не ведаю причины, но жаль человека с дарованиями, с обширными сведениями по всем частям. Сад его, им разведенный, имеет более десяти тысяч фруктовых деревьев... в саду, можно сказать, много есть милого... в приятном беспорядке: то остатки колонн

паросского мрамора, то камни с надписями, памятник, воздвигнутый племяннице его, храмики, горки и прочее».

Среди «прочего» в саду градоначальника в 1812 г. был сооружен и грот, сохранившийся до наших дней. Должно быть, Семен Михайлович поставил его в честь победы над Наполеоном, что вполне соответствовало духу эпохи романтизма, когда то или иное историческое событие отмечалось сооружением в парке колонны, грота либо скульптуры. За гротом закрепилось название Пушкинский — в память о пребывании там поэта в августе 1820 г.

Вечером 16 августа А.С.Пушкин вместе с семейством генерала Н.Н.Раевского прибыл в Феодосию. Остановились они у Броневского, старого знакомого Раевского по Кавказу. Об этом поэт писал своему брату Льву Сергеевичу: «Из Керчи приехали мы в Кефу, остановились у Броневского, человека почтенного по непорочной службе и бедности. Теперь он под судом — и, подобно Старикау Виргилия, разводит сад на берегу моря, недалеко от города. Виноград и миндаль составляют его доход... Он... имеет большие све-

дения об Крыме, стороне важной и запущенной» (24 сентября 1820 г. из Кишинева в Петербург). Приезд Пушкина и Раевского, этих двух знаменитых людей — известного поэта и героя войны 1812 г., — в дом опального Броневского, находившегося под следствием, был для него огромной моральной поддержкой.

Наверняка хозяин показывал гостям свой сад и его диковинные камни; возможно, поэт вечером после осмотра города и окрестностей прогуливался по аллеям сада и мог видеть грот, присесть под его сводами. Во всяком случае табличка, ныне стоящая у грота, гласит, что поэт укрывался здесь от августовской жары. Большинство исследователей также сходятся во мнении, что Пушкин не мог не побывать в саду Броневского. Возможно, именно этот грот вспоминал Александр Сергеевич, когда писал:

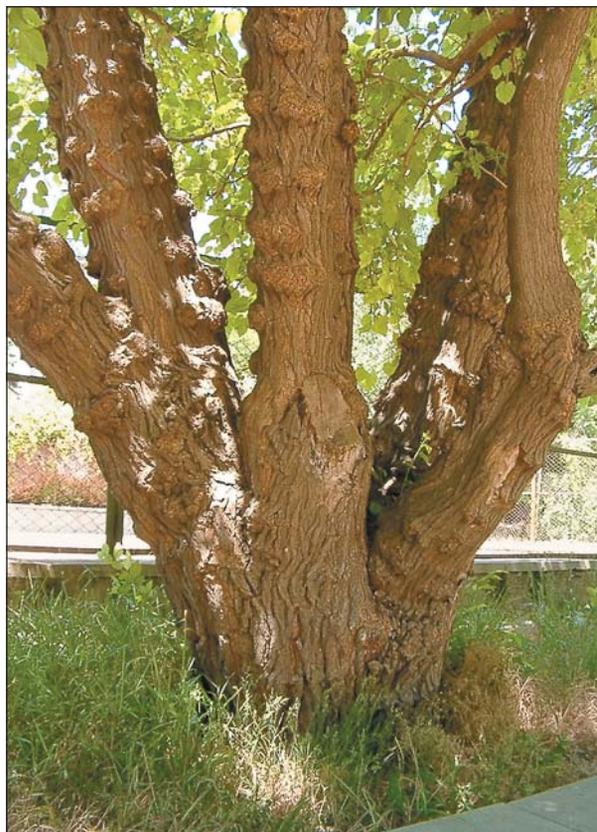
*Цветы, луга, ручей живой,  
Счастливый грот, прохладны тени,  
Приют любви, забав и лени...*

От гостеприимного хозяина поэт мог услышать интересный рассказ и о местных древностях и достопримечательностях, и о загадочной черной горе — Карадаг, и о многом другом. Ведь хорошо известно, что Семен Михайлович был не только знатоком и собирателем старины, но и прекрасным рассказчиком. Спустя три года (в 1823 г.) в память о своем феодосийском знакомстве Пушкин приобрел вышедшую тогда книгу «Новейшие известия о Кавказе, собранные и пополненные Семеном Броневским»\*. Как утверждают иссле-

\* Эта книга С.М.Броневского в 1996 г. переиздана Санкт-Петербургским филиалом Института востоковедения Российской академии наук. А в 2004 г. впервые увидела свет другая книга бывшего феодосийского градоначальника — «Исторические выписки о сношениях России с Персией, Грузией и вообще с горскими народами, в Кавказе обитающими, со времен Ивана Васильевича и донныне», написанная еще в начале XIX в., но до сих пор оставшаяся неизданной.



Фрагмент современного парка санатория. Слева вяз, справа секвойядендрон.



Старожил парка — многоствольная шелковица.

дователи, судя по разрезанным страницам книги можно предположить, что поэт неоднократно пользовался ею.

Очевидно, грот — единственное, что сохранилось от бывшего имения с пушкинских времен. Дом, в котором останавливался поэт, сгорел в 1905 г. и на его месте новый хозяин имения, герой Кавказа генерал П.С.Котляревский, построил другой, более просторный. От знаменитого фруктового сада губернатора, разумеется, не осталось и следа. На его месте разрослись городские кварталы. Исторические камни, по всей видимости, попали в городской музей древностей, основанный еще самим Броневским. Лишь приморскую часть бывшего губернаторского имения сегодня занимает небольшой уютный парк санатория.

Деревьев старого парка, тех, что могли бы «помнить» Пуш-

кина, по-видимому, не осталось. Есть несколько высоких ясеней да многоствольная шелковица, диаметр ствола которой более 1 м. Они могут быть причислены к старожилам парка, но вряд ли их возраст дотягивает до 200 лет, хотя визуально определить точный возраст дерева довольно сложно. Как показали последние исследования дендрологов, параметры (высота, диаметр ствола и т.д.) двух деревьев одной и той же породы, посаженных одновременно в одном и том же месте, могут отличаться в шесть раз! Вот и суди после этого о возрасте дерева!

Все же прочие посадки — более молодые и к интересующему нас периоду не относятся. Впрочем, несмотря на их «юный» возраст и среди них есть достойные внимания. К примеру, два дерева секвойядендрона гигантского (*Sequoia-*

*dendron giganteum*) десятиметровой высоты: им, очевидно, лет сто, а может, и больше. За пределами Южного берега Крыма такие встретишь не часто. Так что феодосийские экземпляры мамонтова дерева (так еще называют секвойядендрон) заслуживают пристального внимания, заботы и охраны. Есть в парке неплохие экземпляры катальпы прекрасной (*Catalpa speciosa*) — невысокого североамериканского дерева с крупными листьями сердцевидной формы, украшенные в конце весны — начале лета нарядными белыми соцветиями (очень похожими на соцветия каштана, только крупнее), а позднее — длинными свисающими плодами-стручками. На катальпу похожа павловния войлочная (*Paulownia tomentosa*) — дерево родом из горной Японии с раскидистой кроной и почти такими же листьями,

но с соцветиями лилового цвета и плодами, по форме напоминающими собранные к кисть грецкие орехи. Любопытно, что это красивое дерево названо в честь великой княгини Анны Павловны, дочери Павла I, а потому раньше оно именовалось павловнией царской.

Много в парке деревьев вяза перистоветвистого (*Ulmus pinnato-ramosa*) — засухоустойчивой породы с шатровидной кроной, часто разводимой в Восточном и Степном Крыму. Его листья, на первый взгляд кажущиеся сложными перистыми, на самом деле простые, продолговатые по форме и расположены на изящных ветвях двурядно, что и создает впечатление сложных (как у акации). Вполне возможно, эти деревья — потомки тех, что некогда выращивали в губернаторском парке, ведь

вяз давно известен в садовой культуре. Никого не оставит равнодушным платан восточный — мощное, раскидистое, величественное дерево, со времен Платона считающееся воплощением мудрости. Здесь, в парке, целая аллея из этих деревьев. Из хвойных присутствуют сосна крымская (*Pinus pallasiana*), кипарис вечнозеленый (*Cupressus sempervirens*) и арizonский (*C.arisonica*), кедр гималайский (*Cedrus*), туя западная (*Thuja occidentalis*), тисс ягодный (*Taxus baccata*), ель канадская голубая (*Picea pungens* 'Glauca').

К сожалению, теплолюбивые средиземноморские кедры и кипарисы, украшавшие старый парк, погибли из-за сильных морозов зимой 2006/2007 гг. Без них он стал выглядеть беднее и обыденнее, ведь именно такие экзотические древесные

породы придают местности поистине южный колорит.

Удивительно, но судьба оказалась милостива к старым камням грота, она словно хранила их, оберегая от бед. Между тем мы знаем, скольких бесценных творений зодчих, скульпторов, художников, садоводов она не пощадила, не говоря уже о человеческих жизнях. Сколько их унес беспокойный XX в. с чередой разрушительных войн, междоусобиц и революций!

Хочется надеяться, что веяния XXI в. с его страстью к переменам и реформированию всего и вся не коснутся «счастливого грота» и этот интереснейший памятник начала XIX в., освященный именем великого Пушкина, сохранится для будущих поколений и его по-прежнему будет окружать прекрасный парк. ■

# ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь

**Е.А.КУДРЯШОВА**

Научные редакторы

**О.О.АСТАХОВА**

**Л.П.БЕЛЯНОВА**

**М.Ю.ЗУБРЕВА**

**Г.В.КОРОТКЕВИЧ**

**К.Л.СОРОКИНА**

**Н.В.УЛЬЯНОВА**

**Н.В.УСПЕНСКАЯ**

**О.И.ШУТОВА**

**С.В.ЧУДОВ**

Литературный редактор

**Е.Е.ЖУКОВА**

Художественный редактор

**Т.К.ТАКТАШОВА**

Заведующая редакцией

**И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА**

Младший редактор

**Г.С.ДОРОХОВА**

Перевод:

**С.В.ЧУДОВ**

Набор:

**Е.Е.ЖУКОВА**

Корректоры:

**М.В.КУТКИНА**

**Л.М.ФЕДОРОВА**

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.: (499) 238-24-56, 238-25-77  
Факс: (499) 238-24-56  
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 14.05.2010  
Формат 60×88 1/8  
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,  
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2  
Заказ 335  
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»  
Академиздатцентра «Наука» РАН,  
121099, Москва, Шубинский пер., 6